WILHELM WAEGELEIN

1000 kleine Kleinigkeiten



VERLAG HERMANN SCHERPING · BERLIN

1000 kleine Kleinigkeiten

rund um den Bildwerferraum

Von

Wilhelm Waegelein

Fachingenieur für Kinotechnik und Elektroakustik

2. Auflage

5.–8. Tausend



1942

VERLAG HERMANN SCHERPING · BERLIN

Motto:

Tausend kleine Kleinigkeiten,
Die uns Aerger oft bereiten,
Hier erfährt man, wie mit List
Ihnen beizukommen ist! — — —

 — Verlag Hermann Scherping, Berlin SW 68. Druck: PZ-Druck : Buch- und Kunstdruckerei, Berlin SW 68.

Zum Geleit!

Das deutsche Filmtheater ist nach einem Wort des Reichsministers für Volksaufklärung und Propaganda, Dr. Goebbels, eine nationale „Erholungs- und Erziehungsstätte". Es erfreut sich in immer zunehmendem Maße der größten Volkstümlichkeit. Zugleich hat es aber Aufgaben von wesentlicher kultureller und staatspolitischer Bedeutung zu erfüllen.

Im Filmtheater nimmt die Technik einen großen Raum ein. Eine einwandfreie Bild- und Tonwiedergabe ist nur möglich, wenn der Theaterbesitzer und seine technischen Mitarbeiter die hierfür erforderlichen Kenntnisse besitzen.

Dem Verfasser dieses Buches ist es gelungen, tausend kleine Kleinigkeiten aus dem großen Wissensgebiet der Filmtheatertechnik interessant und fachgemäß zu erläutern. Für Theaterbesitzer, Theaterleiter, Vorführer und Umroller wird dieses Büchlein ein täglicher Berater, dem Nachwuchs ein Lehrbuch sein, das die technischen Zusammenhänge mühelos verständlich macht.

Dieses Buch wird der von der Reichsfilmkammer gestellten Forderung einer umfassenden Schulung des gesamten Berufsstandes auf seinem Gebiet gerecht. Es wird dazu beitragen, durch Hebung des Fachwissens den deutschen Filmtheaterpark weiter zu verbessern und den Ruf der deutschen Filmtheater als Kulturstätten zu wahren und zu fördern.

Obering. G. Gundermann,
Leiter des Beratungs- und Prüfdienstes
der Reichsfilmkammer — Fachgruppe Filmtheater.

Berlin, den 1. Dezember 1941

Inhalts-Uebersicht

Bilderverzeichnis

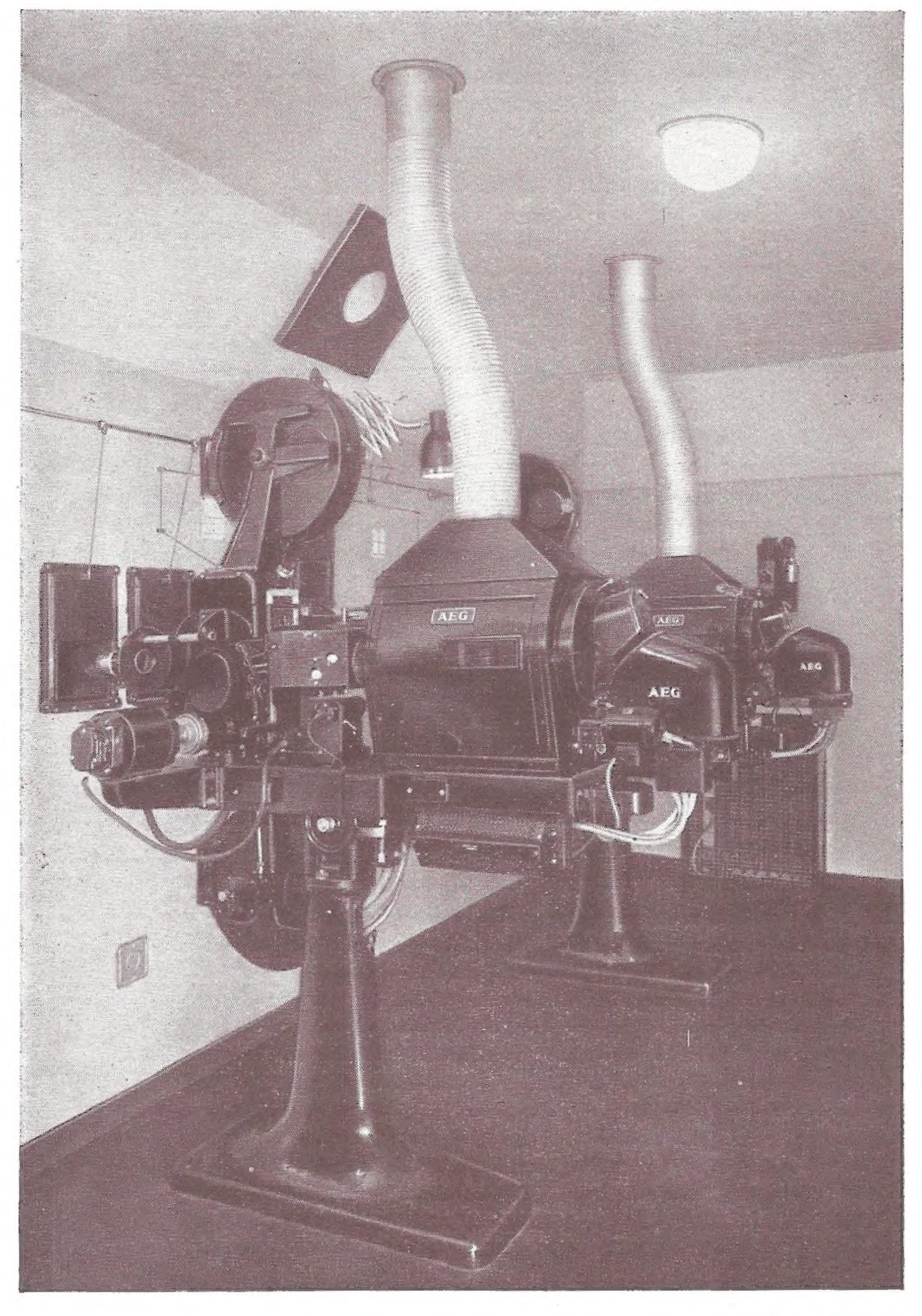


Foto: Klangfilm

Bild 1. Der gut ausgerüstete Vorführungsraum

Vorwort des Verfassers

Bei meiner kleinen Schrift habe ich es mit Absicht vermieden, den Leser in tiefschürfend-wissenschaftlicher Art anzusprechen. Mein Buch wendet sich an den Mann der Praxis und soll weniger ausgeprägte Spezialkenntnisse vermitteln, als vielmehr eine anschauliche Sammlung praktischer Erkenntnisse über die Eigenart, Beschaffenheit und Arbeitsweise der technischen Einrichtungen sein, mit denen der im Filmtheater Schaffende täglich in Berührung kommt.

Es will den bereits Berufstätigen anregen, seine Kenntnisse auszuweiten und zu vertiefen, es will aber auch dem Nachwuchs helfen, sich in die Gesamtvorgänge der im Filmtheater zur Anwendung kommenden Technik einzuleben, die sich aus tausend kleinen Kleinigkeiten zusammensetzt.

Wenn es darüber hinaus noch dazu beitragen könnte, das Wissen um den sinnvollen Ablauf der Naturgesetze und die Achtung vor der Arbeit deutscher Tonfilmpioniere, Erfinder und Forscher, die der Natur einen großen Teil aller dieser Gesetzmäßigkeiten in oft harter und zäher Lebensarbeit abgerungen haben, zu wecken und zu festigen, so würde dies dem Zweck seines Erscheinens in der schönsten Weise entprechen.

Wilhelm Wraegeling

Berlin, im Dezember 1941.

Kleine Geschichte und Mechanik des Bildwerfers

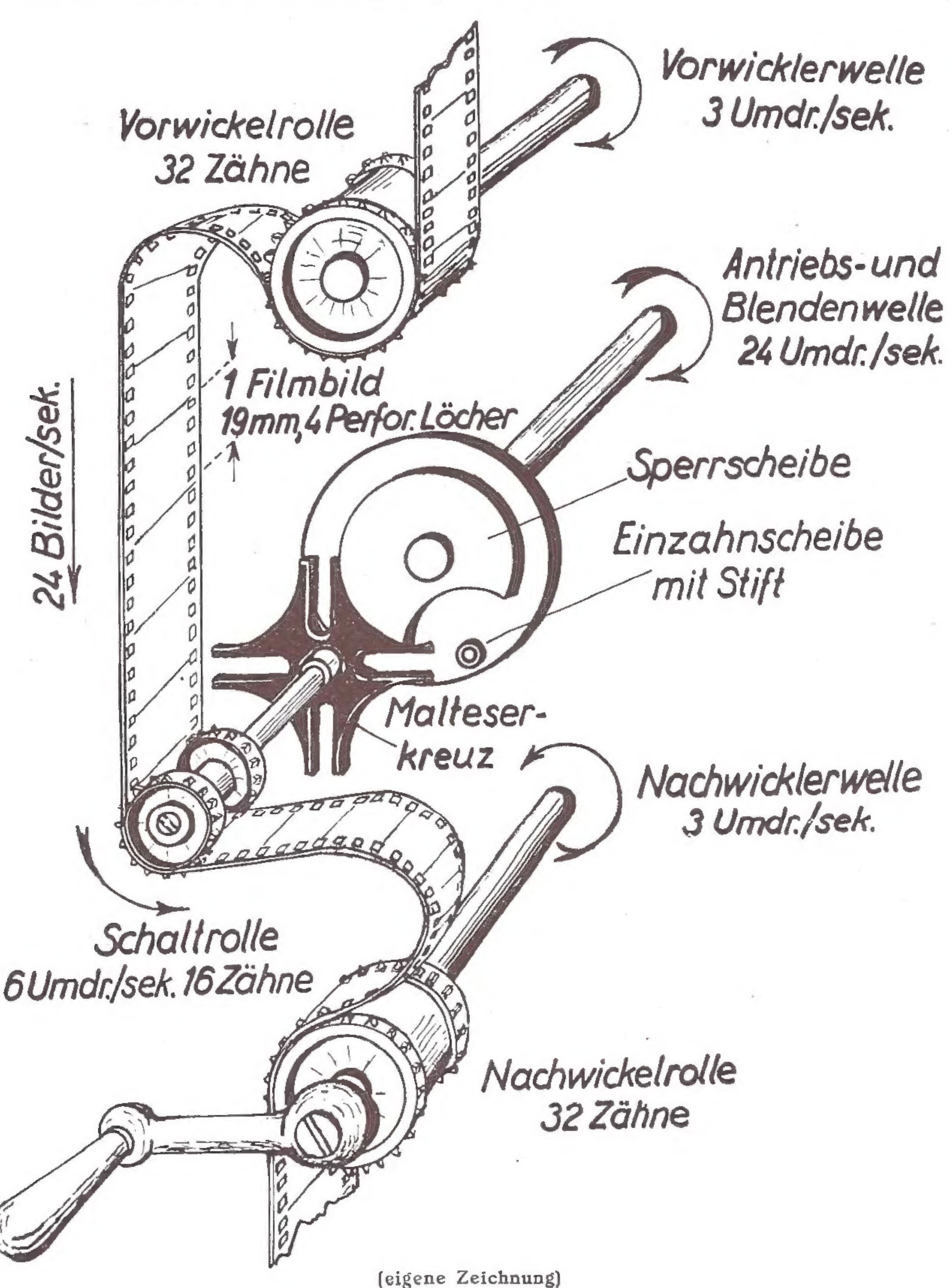
Die älteste Einrichtung, den Eindruck eines lebenden Bildes wirksam hervorzurufen, ist wohl die um 1832 von Stampfer in Wien und auch von anderer Seite angegebene Schlitzscheibe und das etwa 15 Jahre später von Horner geschaffene Lebensrad, eine mit Schlitzen versehene und sich drehende Trommel, durch deren Schlitze ein mit ihr umlaufender Bilderstreifen betrachtet werden konnte. Hierbei vermittelten die um einzelne Bewegungsabschnitte verändert dargestellten Einzelzeichnungen den Eindruck einer fortlaufenden Bewegung.

Mit der Erfindung der Fotografie waren Bestrebungen hinzu gekommen, auch fotografisch aufgenommene Bilder zu verwenden. Eine ganze Reihe von Erfindern beschäftigte sich mit diesen Aufgaben. Aber erst 1885 gelang es Anschütz, wirklich brauchbare Reihenbilder zu schaffen, die man mit seinem sogenannten „Schnellseher" betrachten konnte. Edison brachte dann erstmalig solche Reihenaufnahmen auf einem fortlaufend bewegten Zelluloidband unter, die durch eine umlaufende Schlitzscheibe kurzzeitig beleuchtet wurden und betrachtet werden konnten. Er nannte diesen Apparat „Kinetoskop".

Aber erst im Herbst 1895 wurden im Berliner Wintergarten zum ersten Male lebende Bilder von den Brüdern Max und Emil Skladanowski mit einem selbst erfundenen Projektionsapparat öffentlich vorgeführt, wobei wechselweise von 2 Bildbändern in schneller Folge ein Bild nach dem anderen auf eine Bildwand projiziert wurde. Um die Herstellung eines brauchbaren Bildwerfers hat sich dann Oskar Messter besonders verdient gemacht. Er baute 1896 den ersten Bildwerfer mit Malteserkreuz-Schaltung, die noch heute angewandt wird und entwickelte daneben eine ganze Reihe von Aufnahme- und Bearbeitungs-Apparaten für die Herstellung von vorzuführenden Filmstreifen. Auch auf vielen anderen Gebieten der heutigen Tonbildtechnik waren die Arbeiten Oskar Messters und seiner damaligen Mitarbeiter, unter ihnen auch der heutige Präsident der Reichsfilmkammer Professor Karl Froelich, grundlegend und richtungsweisend für den Aufschwung, den die Kinematografie und nicht zuletzt der Tonfilm in den vergangenen Jahrzehnten unseres Jahrhunderts genommen hat.

Nun zur Mechanik und zu dem Hauptteil eines Bildwerfers, dem Malteserkreuz. Wenn wir es näher betrachten, so sehen wir, daß es 4 Einschnitte hat, in welche der Stift der Einzahnscheibe eingreift, wenn die auf der Antriebswelle der Einzahnscheibe sitzende Sperrscheibe das Kreuz für eine Vierteldrehung freigibt, d. h. also, daß die Einzahnscheibe 4 Umdrehungen machen muß, wenn sich das Malteserkreuz einmal ganz um seine Achse herumdrehen soll (Bild 2). Wir wollen uns dies gut merken.

Auf der Achse des Malteserkreuzes sitzt die Filmtransport- oder Schaltrolle. Sie trägt auf jeder Seite ihres Umfanges 16 Zähne. Das Filmband hat je Filmbild auf jeder Seite 4 Perforationslöcher. Das bedeutet für uns, daß bei jeder Umdrehung der Schaltrolle um ihre Achse 16 Perforationslöcher = 4 Filmbildchen durch den Filmführungskanal am Bildfenster vorbeigezogen werden.



(eigene Zeichnung)

Bild 2. Darstellung des Filmtransportes durch einen Bildwerfer

Da nun beim Tonfilm 24 Bilder je Sekunde vor dem Bildfenster vorbeilaufen müssen, so wird das Malteserkreuz demnach 6 Umdrehungen und die Einzahnscheibe 4 × 6 also 24 Umdrehungen je Sekunde machen.

So, auch das hätten wir. — Wie steht es aber nun mit der Vorwickel- und der Nachwickelrolle? — Die meisten Bildwerfer besitzen hier Rollen, die auf ihrem Umfang beiderseits mit je 32 Zähnen bestückt sind, also doppelt soviel Zähne tragen als der Umfang der Schaltrolle. Das bedeutet mit anderen Worten, daß die Vor- und Nachwickelrolle nur halb so schnell umläuft als die Schaltrolle. Beide Rollen machen demnach also nur 3 Umdrehungen je Sekunde.

Bleibt noch die Blendenwelle! — Bei der gebräuchlichen normalen Zweiflügelblende wird das Bild zunächst einmal bei seiner Fortschaltung abgedeckt (Schaltsektor der Blende), außerdem noch einmal während der Durchleuchtung bei stehendem Bild (Dunkelsektor der Blende). Die Blende läuft also pro Bild einmal um, d. h. die Blendenwelle macht 24 Umdrehungen je Sekunde.

Auf die Zeitdauer einer Minute (= 60 Sekunden) betrachtet, macht also:

das Malteserkreuz mit der Schaltrolle

6 x 60 = 360 Umdrehungen je Minute,

die Einzahnscheibe

4 x 6 x 60 = 1440 Umdrehungen je Minute,

die Vor- und Nachwickelrollen

je 3 x 60 = 180 Umdrehungen je Minute,

die Blendenwelle

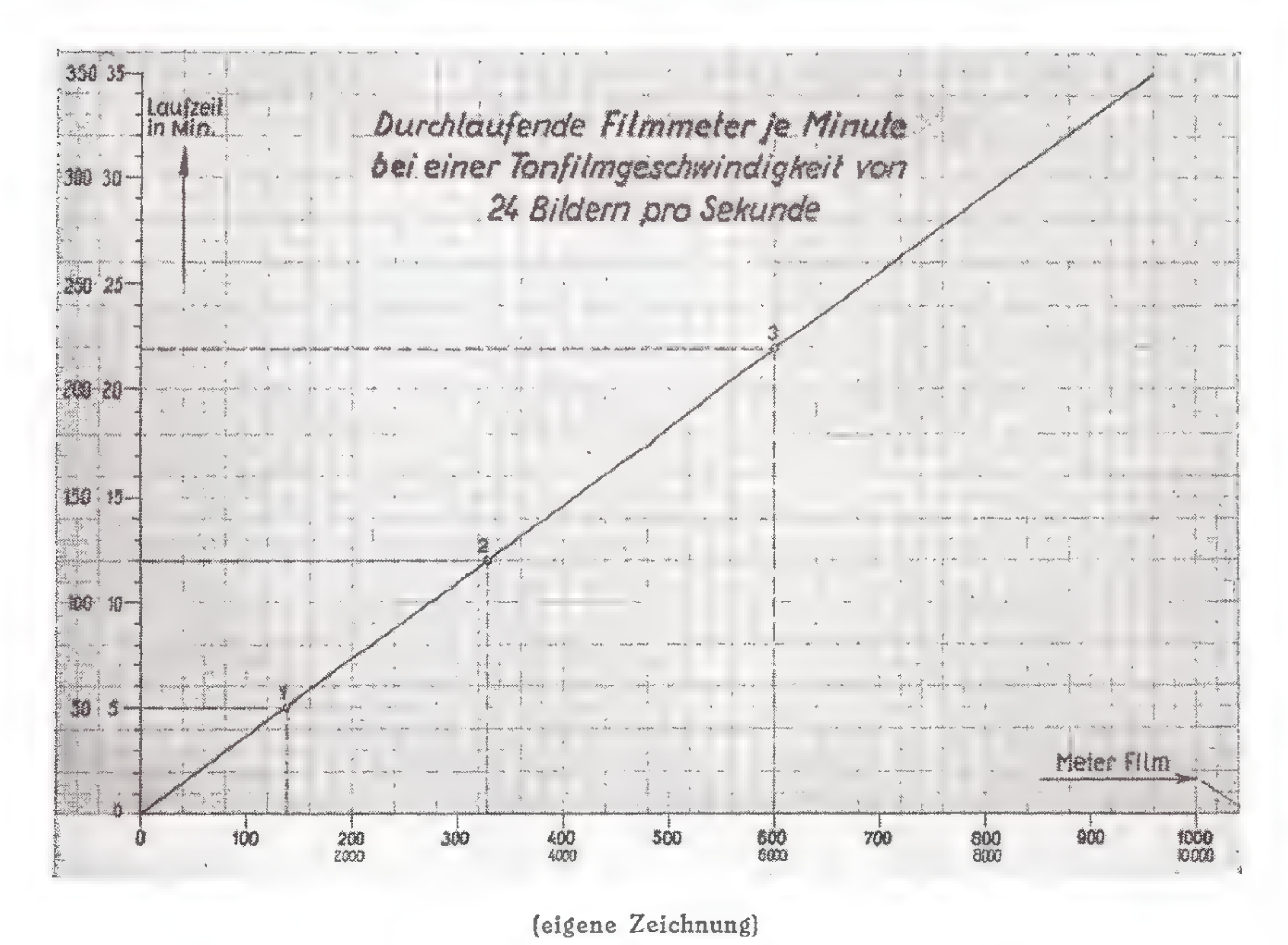
24 x 60 = 1440 Umdrehungen je Minute.

Wir sehen, daß Blendenwelle und Einzahnscheibe die gleiche Drehzahl haben, während die Vor- und Nachwickelrolle zu ihnen im Verhältnis 1440 : 180 = 8 : 1 und die Schaltrollenachse (Malteserkreuz) im Verhältnis 1440 : 360 = 4 : 1 gegen sie untersetzt ist.

Bei vielen Bildwerfern ist die Blendenwelle bzw. Einzahnscheibenwelle zugleich auch mit der Motorantriebsscheibe versehen. Der Antriebsmotor müßte demnach bei einer Uebersetzung von 1 : 1 ebenfalls 1440 Umdrehungen je Minute machen. Auf eine Umdrehung der Antriebswelle kommt dabei 1 Bild. Demnach werden also in der Minute 1440 einzelne Filmbildchen durch den Bildwerfer weitertransportiert. Da nun ein Filmbildchen von Bildstrich zu Bildstrich die Höhe von 19 Millimetern hat, läuft beim Tonfilm je Minute eine Filmlänge von 1,9 × 1440 = 2736 cm oder 27,36 m durch die Maschine. Die in einer Stunde durchlaufende Filmlänge beträgt damit 60 × 27,36 = 1641,6 m. Die für beliebige Meterlängen bei 24 Bildern pro Sekunde erforderlichen Filmlaufzeiten kann man aus der in Bild 3 abgedruckten Tabelle entnehmen.

Um einen Bildwerfer ohne Bildzahlmesser darauf zu prüfen, ob er mit richtiger Tonfilmdrehzahl läuft, zählt man unter Festhalten der Antriebskurbel und leichtem Andrücken derselben gegen die zwischen

ihr und der Nachwickelrolle befindliche Sperrklinke die Drehzahl der Nachwickel- oder Kurbelwelle. Sie muß bei richtiger Bildwechselzahl von 24 Bildern je Sekunde genau 180 Umdrehungen in der Minute



(eigene Zeichnung)

Bild 3. Die Laufzeiten und Filmmeter bei Tonfilm-Geschwindigkeit

machen. Durch Anordnung der Reichsfilmkammer, Fachgruppe Filmtheater vom 1. Oktober 1941 ist die Einhaltung einer Vorführungsgeschwindigkeit von 24 Bildern je Sekunde nicht nur dem Vorführer, sondern auch dem Theaterleiter oder Theaterbesitzer zur strengen Pflicht gemacht und eine regelmässig durchzuführende Ueberwachung gefordert worden. Es ist deshalb zu empfehlen, diese Kontrolle nicht allein durch den Bildzahlmesser, der ja falsch anzeigen kann, auszuführen, sondern von Zeit zu Zeit die richtige Drehzahl der Kurbelwelle am Bildwerfer in vorbeschriebener Weise zu überprüfen. Die absichtliche oder unabsichtliche Duldung anderer Vorführungsgeschwindigkeiten kann den Verlust des Vorführer-Zeugnisses und unter Umständen den Ausschluss aus der Reichsfilmkammer zur Folge haben.

In des Projektors Eingeweide
Steckt auch etwas Mechanik drin.
Sie bereitet uns erst Freude,
Wenn wir erfassen ihren Sinn! —

Selbsttätige Brandschutzeinrichtungen

Bereits mit dem Bau der ersten Bildwerfer entstand zugleich auch die Frage nach der Schaffung einer Einrichtung, die im Falle des unbeabsichtigten Stehenbleibens des Bildwerfers während der Vorführung eine Entzündung des Filmstreifens im Bildfenster unterbinden konnte. Wir finden deshalb schon frühzeitig bei allen im praktischen Betrieb eingesetzten Bildwerfern selbsttätig arbeitende Feuerschutzklappen, die sich bei stark verringerter Drehzahl des Bildwerfers zwangsläufig schließen und das Licht der Bogenlampe vom Bildfenster abriegeln.



Foto: Klangfilm

Bild 4. Brandschutz-Einrichtungen am AEG-Bildwerfer „Euro-M 2"

Es zeigte sich jedoch, daß derartige Einrichtungen allein noch nicht genügen, um auf alle Fälle einen Filmbrand zu unterbinden. Denn nicht allein beim Stehenbleiben der Transportorgane des Bildwerfers kann

eine Entzündung des Filmes eintreten, sondern auch dann, wenn im Betrieb eine Klebestelle aufgeht oder der Film beim Durchlaufen des Bildfensters reißt. Man mußte also neben der vorgenannten selbsttätigen Feuerschutzklappe noch eine weitere Einrichtung schaffen, die bei Filmriß ebenfalls den Lichtzutritt zum Bildfenster selbsttätig absperrt.

An neueren Bildwerferkonstruktionen finden wir daher durchweg neben der Feuerschutzklappe noch eine zweite Brandschutzeinrichtung, welche vom Film dann ausgelöst wird, wenn sich in seinem normalen Lauf durch den Projektor irgendwelche Unregelmäßigkeiten einstellen,

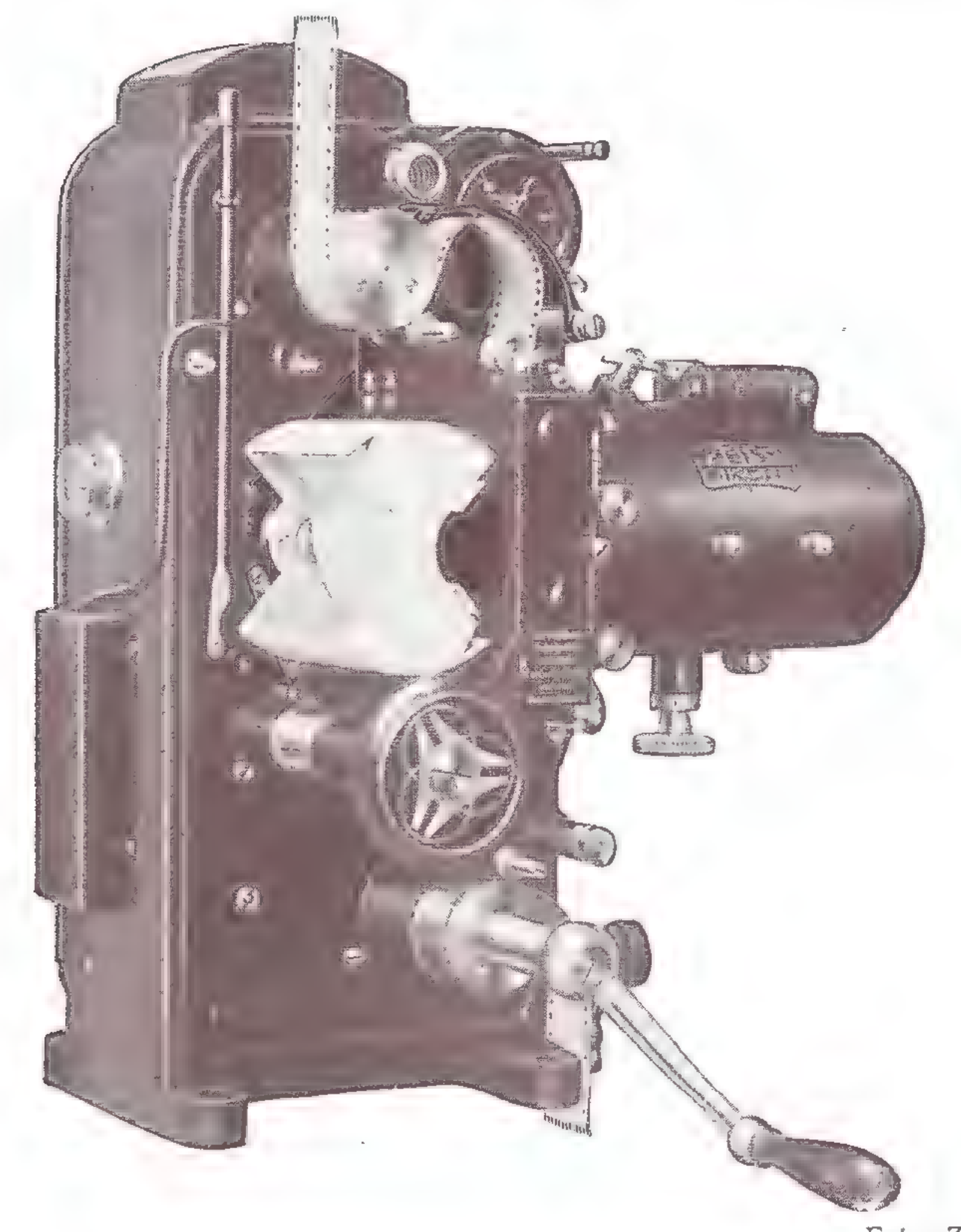


Foto: Zeiss Ikon

Bild 5. Brandschutz-Einrichtungen am Zeiss Ikon-Bildwerfer „Ernemann V"

die eine erhöhte Brandgefahr herbeiführen könnten. Einige dieser Einrichtungen bedienen sich dabei der Tatsache, daß sich beim Reißen des Films im Bildfenster die obere Filmschleife schnell vergrößert und benutzen diese Vergrößerung der Filmschleife, um eine Auslösung

der Brandschutzeinrichtung herbeizuführen . In der Nähe der oberen Filmschleife ist hierfür ein Auffangbügel angebracht, welcher durch die sich schnell vergrößernde Filmschleife zur Seite gedrückt oder angehoben wird und dann das Zufallen oder Zuspringen eines Lichtabdeckschiebers bewirkt. Andere Ausführungen nutzen den beim normalen Lauf auf dem Film lastenden Zug aus, um beim Ausbleiben dieses Zuges eine Auslösung der entsprechenden Einrichtungen herbeizuführen.

In letzter Zeit ist man noch ein Schritt weitergegangen und hat mit dieser Auslösevorrichtung zugleich auch die Stromzuführungsleitungen zum Antriebsmotor des Bildwerfers in Verbindung gebracht, wodurch dann neben der selbsttätigen Herstellung eines Lichtabschlusses am Bildfenster auch noch der Stromkreis des Motors unterbrochen und damit der Bildwerfer stillgesetzt wird. Auf diese Weise ist die Ausdehnung eines entstandenen Brandes noch weiter wirksam unterbunden, weil ja durch die Stilllegung des Bildwerfers verhindert wird, dass noch eine größere Filmmenge aus der oberen Feuerschutztrommel durch den laufenden Bildwerfer herausgezogen und der Brandstelle zugeführt werden kann. Zuweilen sind auch noch in den Zuführungsweg der Kühlluft zum Bildwerfer Zwangsschalter eingefügt, die den Bildwerfer oder den Strom für die Bogenlampe abschalten oder eine Lichtschutzklappe in den Strahlengang der Bogenlampe legen, wenn, bei Ausbleiben des Kühlluftstromes und der dadurch eintretenden Möglichkeit einer stärkeren Temperaturerhöhung des Bildfensters, eine größere Brandgefahr entsteht.

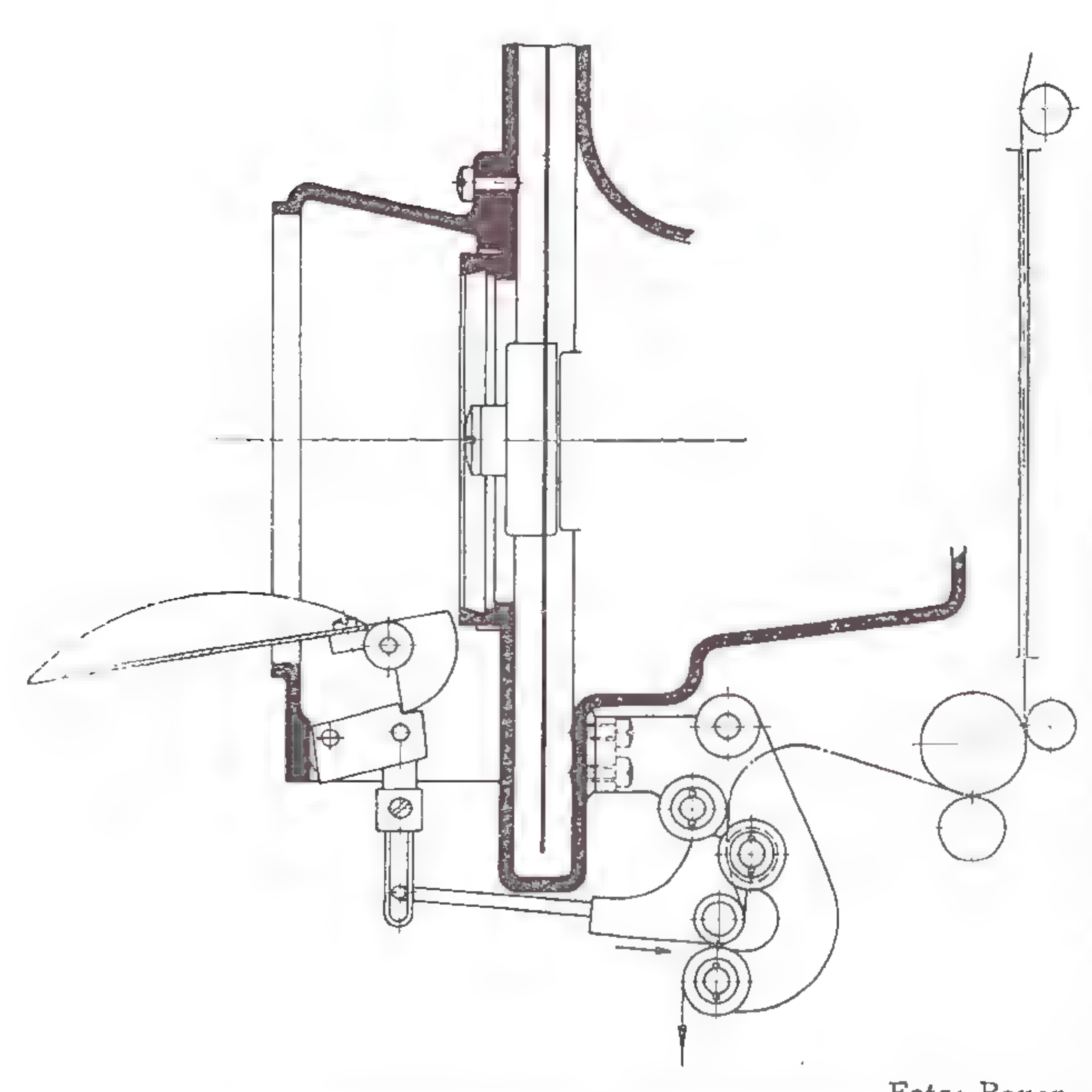


Foto: Bauer

Bild 6a. Brandschutzklappe am Bauer-Projektor

Es gibt also eine ganze Reihe verschiedenartiger Ausführungen von selbsttätig arbeitenden Brandschutzeinrichtungen, die unter den Namen „Protektor", „Antipyros", „Flammex" usw. von den einzelnen Fabriken an den von ihnen hergestellten Bildwerfern angebaut sind oder zusätzlich auf Wunsch angebaut werden können. In der Mehrzahl der Fälle sind mindestens zwei dieser Vorrichtungen vorhanden, also Feuerschutzklappe

und selbsttätiger Brandschutzschieber, während die übrigen Einrichtungen — wie Abschaltung des Antriebsmotors, Abschaltung des Bogenlampenstromes oder auch beider Stromkreise zugleich — bei Ausbleiben der Kühlluft oder entstehendem Filmriß zusätzlich mit diesen kombiniert werden.

Bei einem mit derartigen Einrichtungen versehenen Bildwerfer muß schon eine ganze Reihe besonders ungünstiger Umstände zusammentreffen, bis es zu einem Filmbrand kommt. Aber auch dann noch wird sich der entstehende Brand auf nur kurze Filmstücke beschränken, sofern die Feuerschutztrommeln mit ordnungsgemäßen Filmkanälen ausgerüstet sind, die ein Einbrennen der Flamme in die Trommel verhüten. Daß die Trommeln unter allen Umständen geschlossen bleiben müssen, auch im Falle eines Brandes nicht geöffnet werden sollen und mit Einrichtungen versehen sind, die eine Filmvorführung bei geöffneter Trommel unmöglich machen (federnde Auswurfeinrichtung), soll hier nur kurz erwähnt werden.

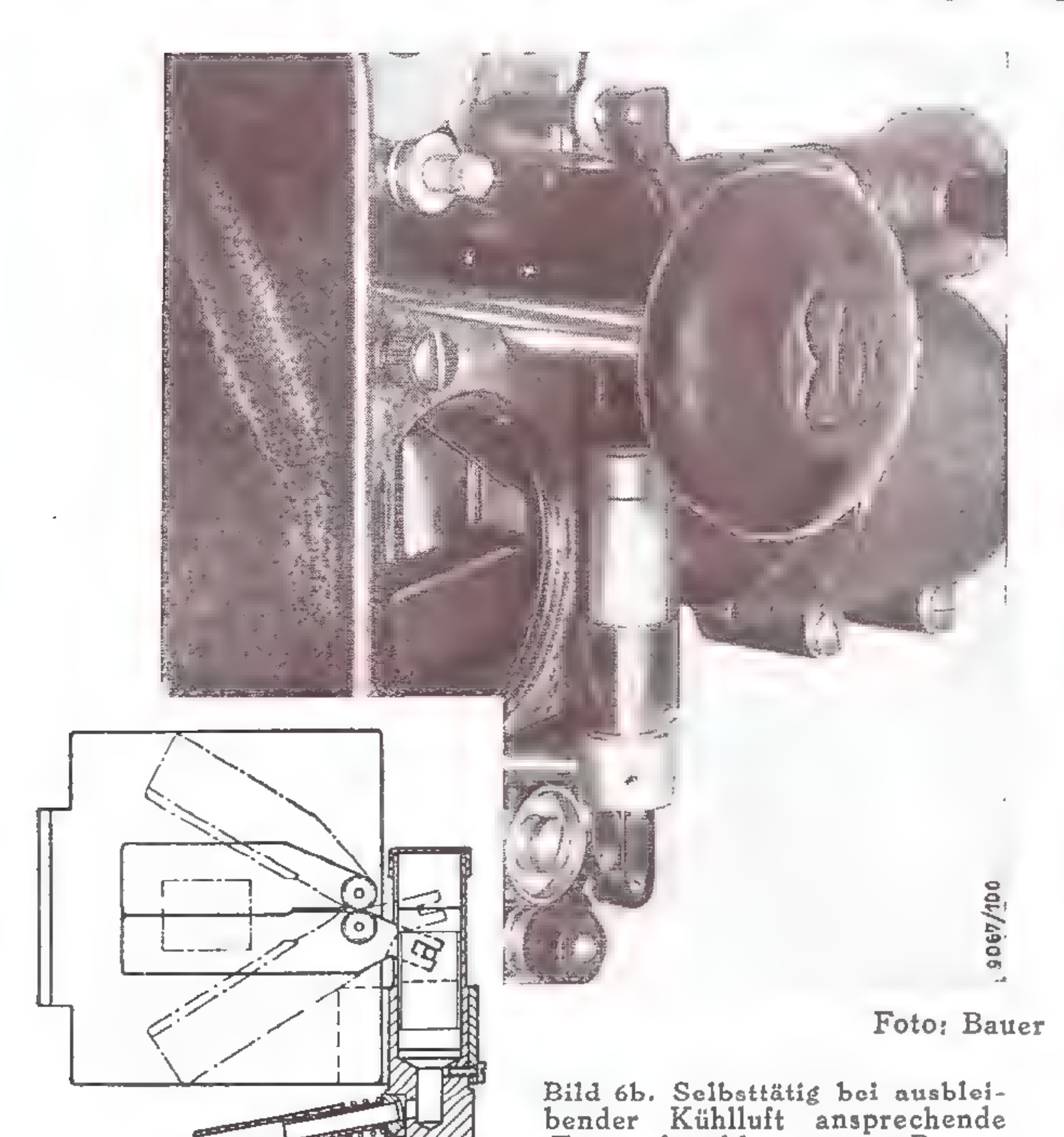


Foto: Bauer

Bild 6b. Selbsttätig bei ausbleibender Kühlluft ansprechende Feuerschutzklappe an Bauer-Kinomaschinen

Eine gewissenhafte Pflege und Instandhaltung der am Bildwerfer vorgesehenen Brandschutzeinrichtungen und ihre regelmäßig durchgeführte Ueberprüfung auf richtige Arbeitsweise ist daher eine der vornehmsten Pflichten des Filmvorführers. Er erweist sich selbst, dem Theaterbesitzer und allen Theaterbesuchern damit einen unschätzbaren Dienst im Sinne der Sicherheit und schützt wertvolle kulturelle Güter und Baulichkeiten vor der ihnen im Falle eines ausbrechenden Brandes drohenden Vernichtung.

Durch Brandschutzeinrichtungen man
Den Filmbrand oft verhindern kann,
Drum pfleg' und prüf' sie jederzeit,
Du dienst damit der Sicherheit.

Kühleinrichtungen an Bildwerfern

Von großer Bedeutung beim Betrieb eines Bildwerfers ist die gute und schnelle Ableitung der am Bildfenster und seiner Umgebung durch die Einwirkung des Bogenlampenlichtes entstehenden großen Wärmeansammlungen und die Fernhaltung dieser Wärme von den Leitorganen des Filmes.

Von der richtigen Konstruktion des Bildfensterträgers und der Filmleitorgane vor dem Bildfenster sowie von den Kühleinrichtungen hängt

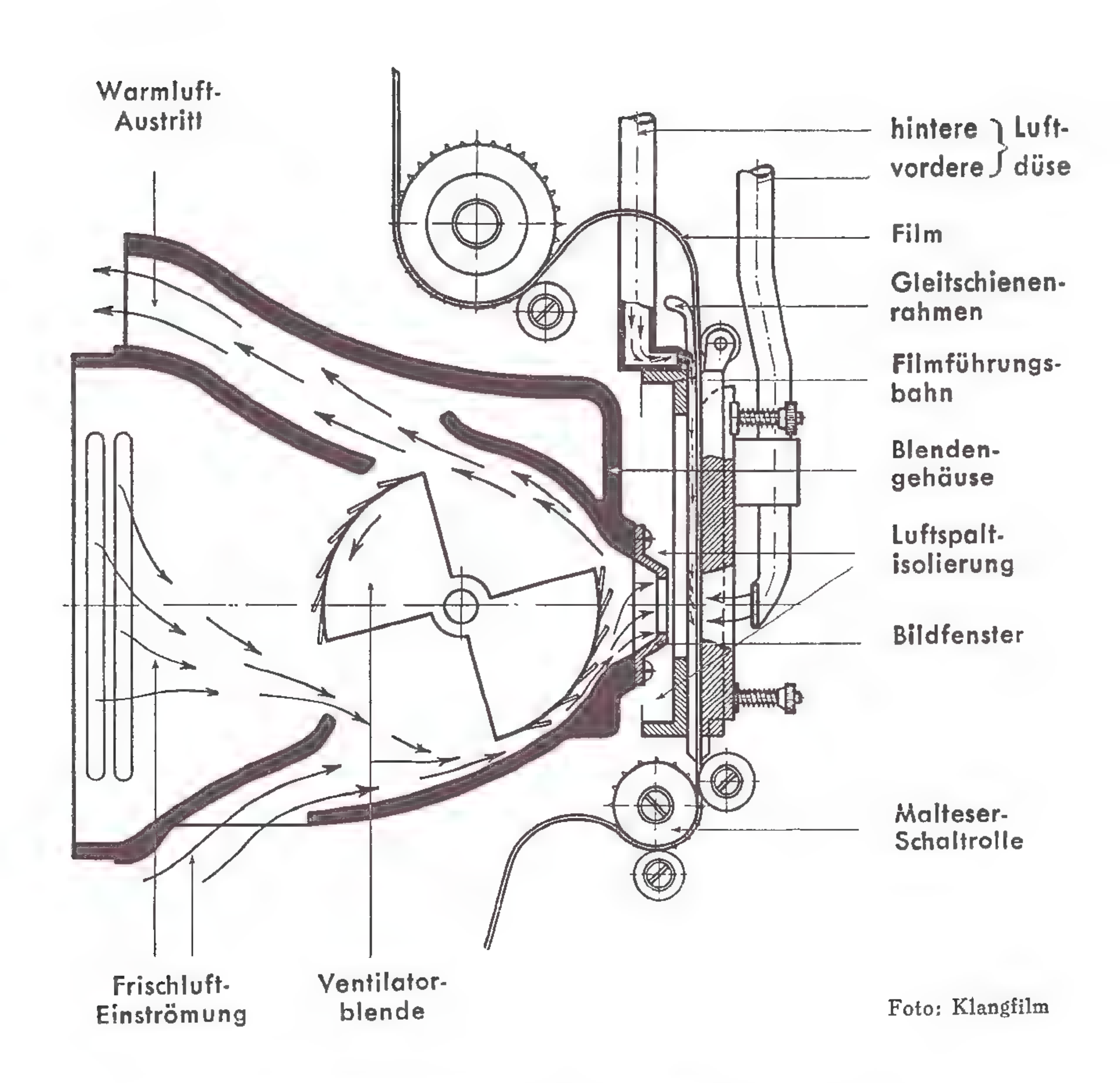


Bild 7. Kühleinrichtungen am AEG-Bildwerfer „Euro-M 2"

es in erster Linie ab, ob ein Bildwerfer eine genügend große Feuersicherheit aufweist, mit welchen Bogenlampen-Leistungen man ihn

beschicken kann und welche Bildschärfen mit ihm zu erreichen sind. Weiter ist die sich im Betrieb an den Leitorganen für den Film einstellende Temperatur für die Schonung der vorgeführten Filmkopien von wesentlichem Einfluß.

Für die meisten heute gebräuchlichen Bogenlampen-Leistungen scheiden daher alle Bildwerfer, die eine vor dem Objektiv angeordnete Blende (Vorderblende) besitzen, von vornherein aus. Die bei solchen Bildwerfern ständig auf dem Bildfenster und seiner Umgebung ruhende Wärmestrahlung ist sehr groß. Die Filmleitorgane sind ungenügend vor diesen Wärmeeinstrahlungen geschützt, und es sind keine Vorrichtungen vorhanden, die den thermischen Uebergang der Wärme auf den Filmweg unterbinden. Hierdurch wird die Entzündungsgefahr für die Filmkopie stark erhöht und zugleich auch die Voraussetzung geschaffen, die eine starke Austrocknung, Schrumpfung und Bildwölbung der gespielten Kopien begünstigt.

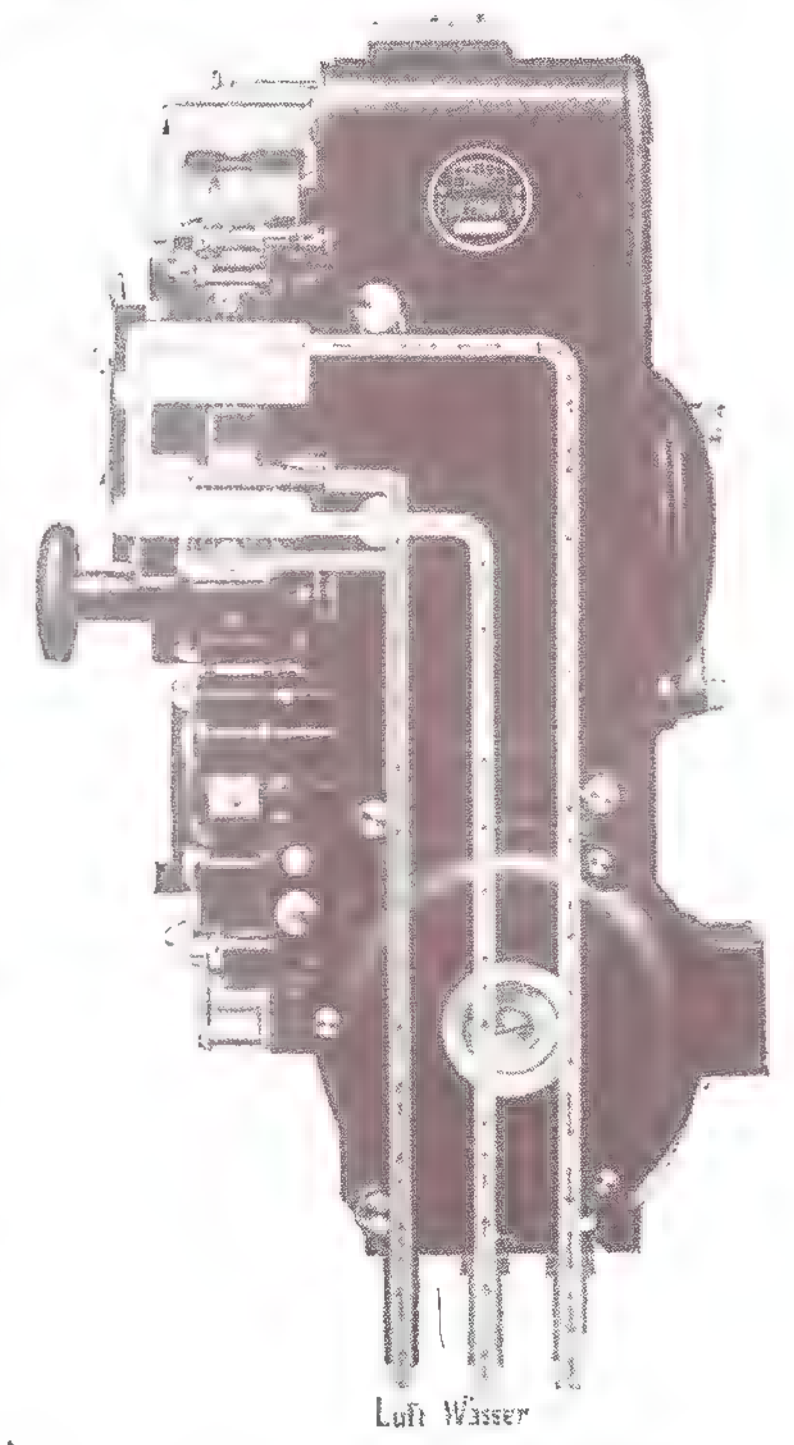
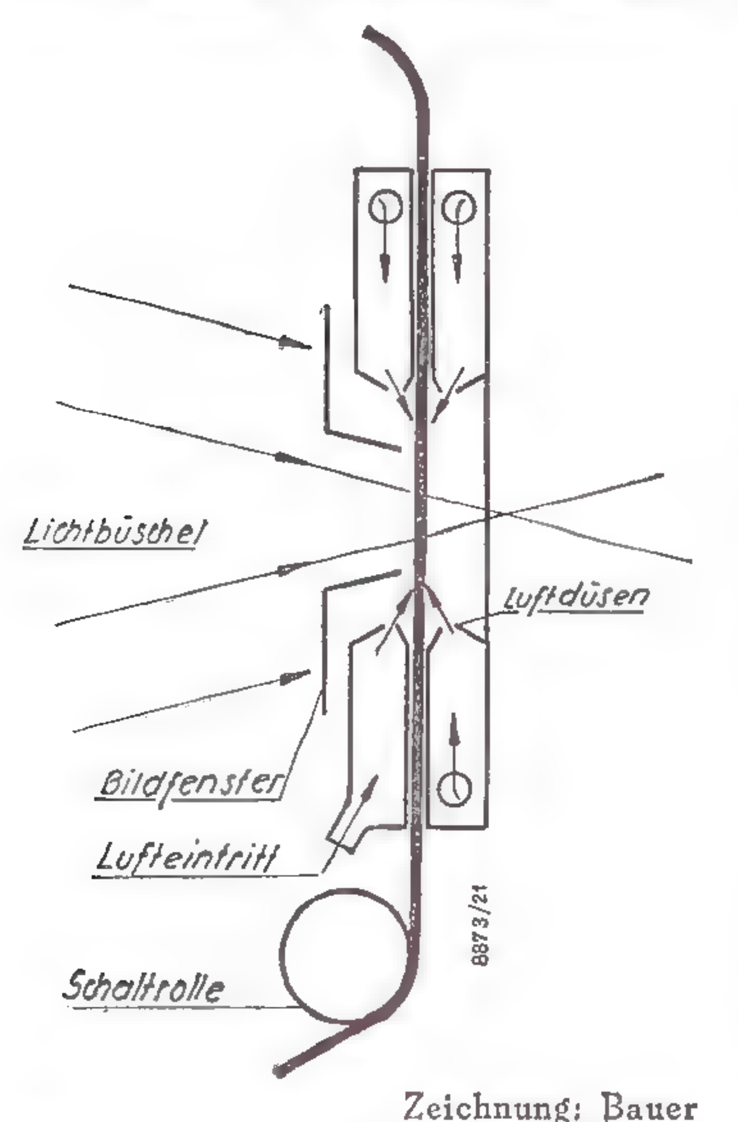


Foto: Zeiss Ikon

Bild 8. Kühleinrichtungen an der Bildtonmaschine „Ernemann VII B"

In der richtigen Erkenntnis, daß durch eine Anordnung der Blende hinter dem Bildfenster eine erhebliche Wärmeentlastung der Filmführungsteile und des Bildfensters selbst erreicht werden kann, weil ja die Blende dann den Lichtkegel bei jedem Bildwechsel zweimal abdeckt und dadurch von den vor ihr angeordneten Teilen fernhält, wurden die neuzeitlicheren Bildwerfer fast durchweg mit Hinterblende ausgerüstet. Um den von den Blendenflügeln aufgenommenen Teil der Wärmestrahlung abzuleiten und eine gute Durchlüftung des Blendengehäuses herbeizuführen, findet man bei einigen Anordnungen Blendenformen, die zugleich als Ventilator wirken, wobei außerdem der durch sie erzeugte Luftstrom eine zusätzlich wirksam werdende Kühlung des Filmbildes herbeiführt. (Abb. 7.) Andere Ausführungen begnügen sich neben der durch die Schirmwirkung erzielten Wärmeentlastung mit einer Wärmeschutzscheibe hinter dem Bildfenster und den Filmleitorganen und verhüten hierdurch eine zu hohe Wärmebelastung dieser Teile. Endlich findet man Bildwerfer, bei denen die sich anstauende Wärme auf das die Bildfensterteile durchlaufende, besonders zugeführte Kühlwasser oder auch Kühlluft übertragen und auf diese Weise fortgeführt

und unschädlich gemacht wird. (Abb. 8 und 9). Allen Bildwerfern gemeinsam sind die behördlicherseits verlangten Luftdüsen, die einen von einem besonderem Kühlgebläse erzeugten Luftstrom an das Bildfenster heranführen und das Filmbild durch beiderseitiges Anblasen mit diesem Luftstrom während der Durchleuchtung kühlen. So wird es möglich, für die Bildprojektion in den Filmtheatern mit Bogenlampen-Stromstärken zu arbeiten, die ein Vielfaches der früher üblichen Stromstärken betragen können.



Zeichnung: Bauer

Bild 9. Kühlluftumlauf am Bildfenster der Bauer-Kinomaschinen

Mit Einführung des nicht brennbaren Sicherheitsfilmes werden die Kühleinrichtungen an unseren Bildwerfern nichts von ihrer Bedeutung verlieren. Zwar wird die Frage der Feuersicherheit mehr oder weniger stark in den Hintergrund treten, dafür ist aber bei der Vorführung des Sicherheitsfilmes die Frage einer besonderen weit getriebenen Filmkühlung und Filmschonung von großer Tragweite. Es bedarf genau gearbeiteter und gut durchgebildeter Filmführungsbahnen und einwandfrei arbeitender Kühleinrichtungen, wenn Laufbeschädigungen, Filmwölbungen und hierdurch eintretende unscharfe Bildwiedergaben unterbunden werden sollen, denn gerade der Sicherheitsfilm hat noch mehr als der brennbare Nitrofilm die Eigenart, sich bei der stattfindenden Durchleuchtung und der damit auftretenden Erwärmung zu wölben. Außerdem unterliegt er genau wie der Nitrofilm den übrigen Abnutzungserscheinungen, die bei guter Kühlung und dadurch verhinderter Austrocknung und Schrumpfung viel geringer gehalten werden können als dies ohne Kühlung möglich wäre. Daß jeder Bildwerfer — besonders bei höheren Bogenlampenströmen — unbedingt mit einem Kühlgebläse zusammen betrieben werden soll, wird nach diesen Betrachtungen ohne weiteres einleuchtend sein. Ebenso verständlich wie notwendig ist deshalb auch die behördlich geltend gemachte Forderung auf zwangsweise Einschaltung dieses Gebläses zusammen mit der Bogenlampen-Stromquelle.

Ein Bildwerfer von Ruf und Güte
Soll einwandfreie Kühlung haben,
Damit er stets den Film behüte
Vor Schrumpfung, Wölbung, Riß und Schaden.

Trockenliegende Achsen

Sie sind eigentlich gar nicht so selten anzutreffen, als man vielleicht glaubt. — Nein — im Gegenteil, sie sind beinahe eine zur Gewohnheit gewordene Alltagserscheinung, besonders in Filmtheatern, wo auf etwas älteren Bildwerfern gearbeitet wird. — Ich meine hier besonders die Achsen der Andruckrollen an Kinomaschinen. Sie sind zwar unscheinbar und dünn und haben demnach keine große Last zu tragen. Und das ist gut so, denn wenn es umgekehrt wäre, könnte man bei der spärlichen Pflege, die ihnen zuteil wird, von täglich sich wiederholenden Achsbrüchen berichten. Und doch hängt so viel von der außerdem so einfachen Pflege dieser Achsen ab. — —

Eine trockenliegende Achse ist eine Reibfläche. Was Wunder, wenn die auf ihr sitzenden Andruckrollen sich hartnäckig dagegen auflehnen, ihre runde, glatte Seele daran rauh zu laufen. Sie bleiben einfach stehen und tun nicht mehr mit. Aber damit droht ihnen das Verhängnis von anderer Seite. Der nimmermüde und rastlos vorbeilaufende Film müht sich vergeblich darum ab, sie an ihre eigentliche Pflicht zu erinnern. Zuweilen machen dann die Rollen einen schüchternen Versuch, das Rennen noch einmal aufzunehmen, aber es bricht schon nach den ersten Drehungen wieder kläglich zusammen. Und das Unheil nimmt dann seinen Lauf! — Die so wohlgeformte Rundung des äußeren Rollenumfanges wird von dem wie eine Feile wirkenden Perforationsband des Filmes in kurzer Zeit abgeschliffen, aus der Rolle wird ein unregelmäßiges Vieleck, das niemals wieder zum Rundlaufen zu bringen ist. Die Ecken aber setzen ihrerseits nun wieder dem Film gehörig zu. Mit ihren scharfen Kanten kratzen sie unaufhörlich an ihm herum, rauhen seine von Hause aus so wohlgepflegte Oberfläche rücksichtslos auf, daß sich ihre einzelnen Bestandteilchen wie Splitter von ihr abheben. Filmrückstände, die in die Filmführung gelangen, dort absetzen und verhärten, sind aber die Todfeinde einer jeglichen Filmkopie und haben schon manche kostbare Kopie völlig unbrauchbar gemacht. *So werden große Werte durch kleine Ursachen vernichtet.*

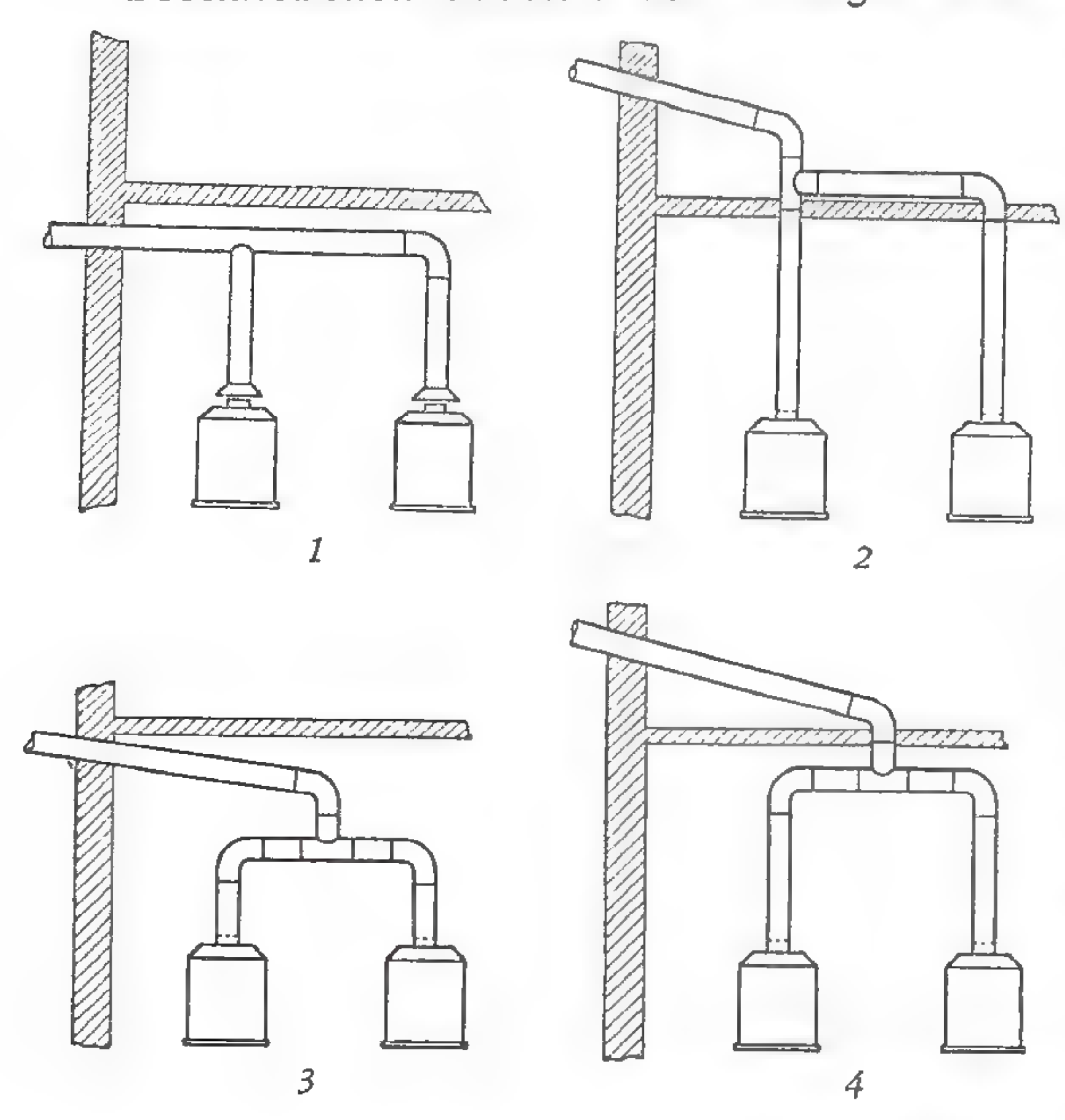
Eine solche kleine Ursache ist auch die trockenliegende Achse der Andruckrolle. Und wie leicht ist sie zu beheben. Allerdings ist dünnflüssiges Oel nicht in allen Fällen das richtige Gleitmittel. Oft ist eine dünne Schicht von Vaseline oder ein Fett, wie es unter dem Namen „Wählerfett" für die automatischen Selbstwählereinrichtungen von Telefonanlagen benutzt wird, noch besser, weil es nicht so schnell eintrocknet als dünnes Oel. Was sich im einzelnen Falle als besser bewährt, muß die Probe ergeben. Voraussetzung für einen dauernd guten Lauf der Rollen aber ist zugleich auch deren Zustand selbst. Sie müssen rund sein und dürfen noch keine durch Abschleifen entstandene Fehlerstellen in ihrer Rundung aufzeigen.

Bleibt die Andruckrolle öfter stehen,
So schau Dir ihre Achse an. —
Ein wenig Fett und Du wirst sehen,
Daß sie dann fängt zu laufen an.
Tut sie es dennoch nicht, wird sie ersetzt,
Damit sie nicht den Film verletzt!

Kaminabzüge an Bildwerfern

In vielen Vorführungsräumen findet man, obgleich die sonstigen Einrichtungen in letzter Zeit vielfach verbessert und vollkommener gestaltet worden sind, noch Kaminabzüge für die Lampenhäuser der Bogenlampen, die unsachgemäß ausgeführt sind und mehr oder weniger schlecht arbeiten. Der Grund liegt meist darin, daß diese Abzüge erst nachträglich in den Vorführungsraum eingebaut und dabei so geführt wurden, daß eine richtige Arbeitsweise schon von Anfang an nicht erreicht werden konnte. Aber selbst dort, wo wirklich noch eine Saugwirkung durch richtige, mit genügender Steigung ausgeführte Anordnung der Rohrleitungen erreicht wird, ist oft der Fehler zu beobachten, daß der Luftstrom nicht bei beiden Lampenhäusern gleich stark ist. Solche Ausführungen wirken sich naturgemäß auf das ruhige Brennen des Lichtbogens nachteilig aus, weil in dem einen Lampenhaus der Luftstrom zu stark ist, wodurch der Lichtbogen sehr unruhig brennt, während bei dem anderen Lampenhaus kaum eine Saugwirkung besteht, also eine schlechte Absaugung der Wärme und der Verbrennungsgase der Kohlen feststellbar ist. Berücksichtigt man noch, daß bei verschiedenen Witterungsverhältnissen die Saugwirkung sich ständig ändert, so dürfte die unvollkommene Arbeitsweise solcher Abzugseinrichtungen genügend umrissen sein.

Es sollen hier einige Hinweise gegeben werden, wie die vorbeschriebenen Uebelstände beseitigt oder verbessert werden können.



Zeichnung: Klangfilm

Bild 10. Falsch und richtig ausgeführte Kaminabzüge

In Bild 10 sind unter Ziffer 1 und 2 Anordnungen dargestellt, wie sie oft angetroffen werden, die aber die vorgenannten Nachteile aufweisen. Eine Abänderung entsprechend der unter Ziffer 3 und 4 dargestellten Ausführungsformen stellt eine wesentliche Verbesserung dar, Sie dürfte in den meisten Fällen durchführbar sein und schon genügen, um ein zufriedenstellendes Arbeiten dieser Einrichtungen zu erreichen.

Um aber der veränderlichen Saugwirkung bei verschiedenen Witterungsverhältnissen Rechnung zu tragen, empfiehlt sich zusätzlich noch der Einbau einer Drosselklappe, etwa wie in

Bild 11 gezeigt, in das Abzugsrohr jedes Lampenhauses. Durch Einstellung dieser Drosselklappen hat man es in der Hand, jede gewünschte und dem Brennen der Bogenlampe zuträgliche Entlüftung der Lampenhäuser herbeizuführen. Besonders beim Betrieb von Hochleistungslampen mit verkupferten Hochintensitätskohlen ist diese Reguliermöglichkeit sehr vorteilhaft, weil dadurch das für die Erzielung eines gleichmäßigen Lichtstromes erforderliche ruhige Stehenbleiben des hell leuchtenden Gaskissens im Krater der positiven Kohle ohne Störung durch einen zu starken Luftstrom gewährleistet werden kann. Daß die Absaugung der Verbrennungsgase und der Wärme der Bogenlampenkohlen auch in gesundheitlicher Beziehung nicht unterlassen werden soll und der an und für sich stark beanspruchten Aufmerksamkeit des Vorführers in der Ausübung seines Berufes zugute kommt, ist eine selbstverständliche Forderung im Rahmen der Ausgestaltung gesunder Arbeitsplätze. Es lohnt sich daher, die Kaminabzüge im Filmtheater einmal nach diesen Gesichtspunkten einer Nachprüfung und gegebenenfalls einem Umbau zu unterziehen, der meist mit einfachen Mitteln und geringen Kosten erzielt werden kann. Bild 12 zeigt eine bestehende Anlage mit oberhalb der Lampenhäuser eingebauten Drosselklappen und richtig ausgeführten Kaminabzügen. Wo eine entsprechende Abänderung aus baulichen Gründen nicht durchführbar ist, erscheint es geboten, durch Einbau eines luftstromerzeugenden Ventilators in die Abzugsleitung eine ausreichende Entlüftungseinrichtung zu schaffen. Auch hierbei werden eingebaute Drosselklappen oberhalb des Lampenhauses zur Luftstromregulierung gute Dienste leisten.

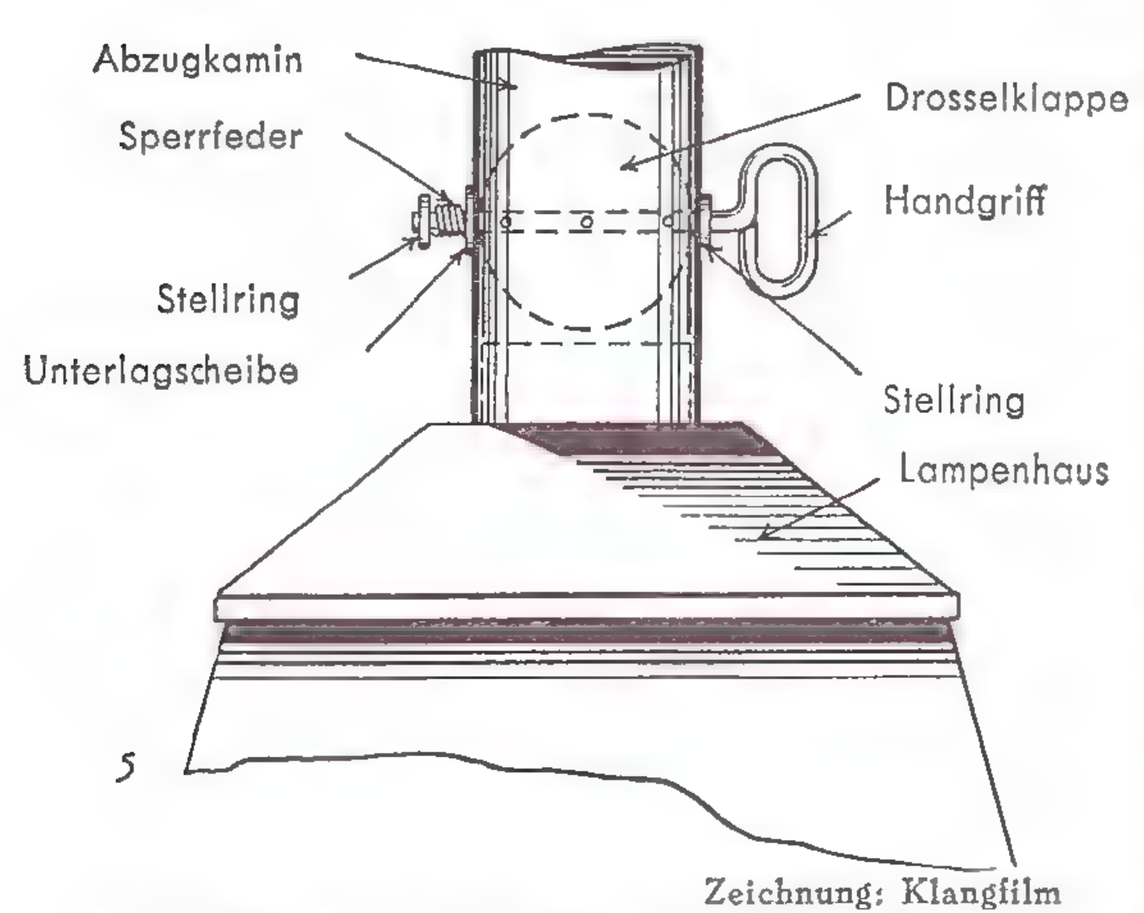


Bild 11. Beispiel für Ausführung einer Drosselklappe

Kaminabzüge sind fast stets notwendig,
Doch müssen sie gut angeordnet sein;
Weil ihre Wirkung aber unbeständig,
Baut man mit Vorteil Drosselklappen ein.

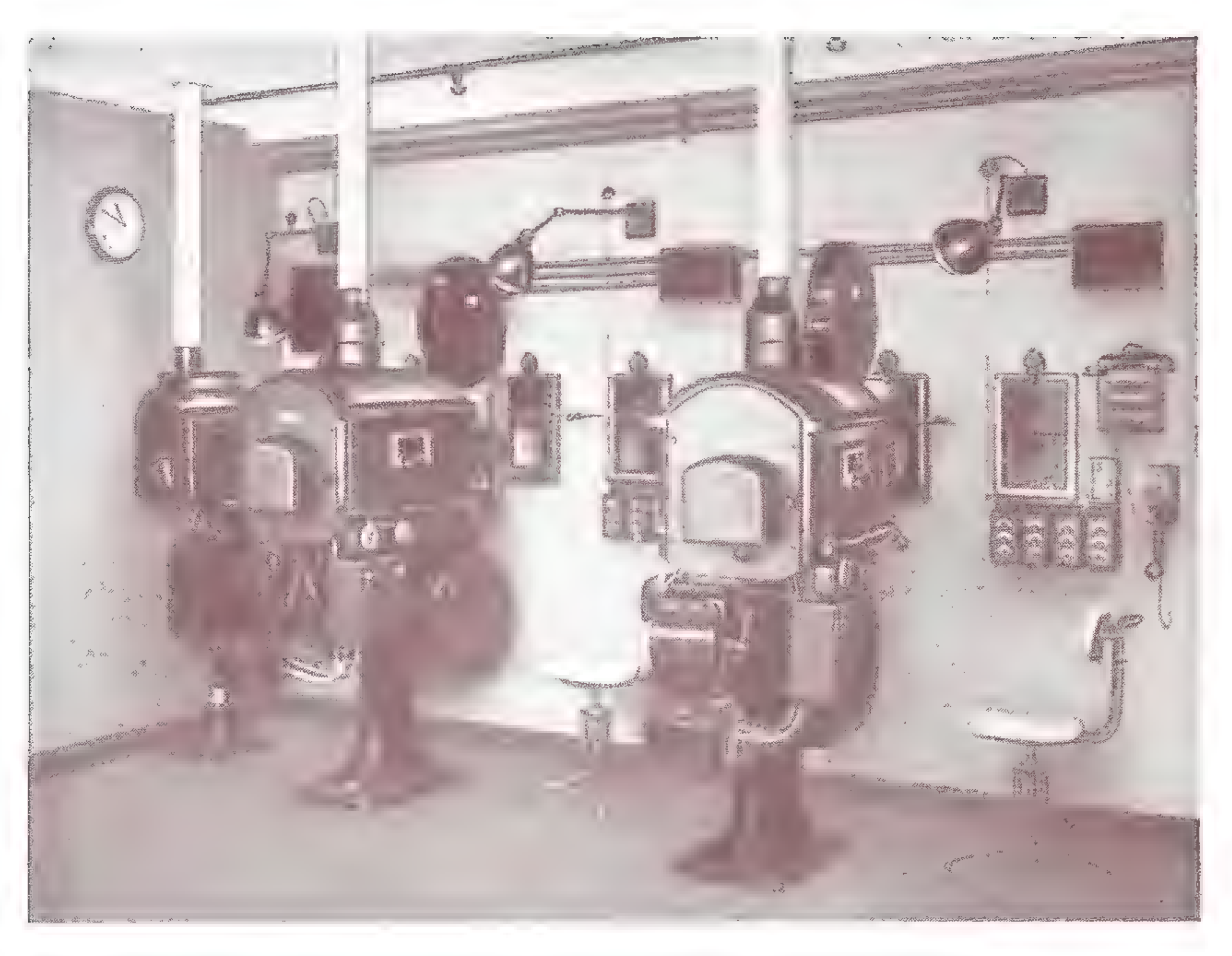


Foto: Zeiss Ikon

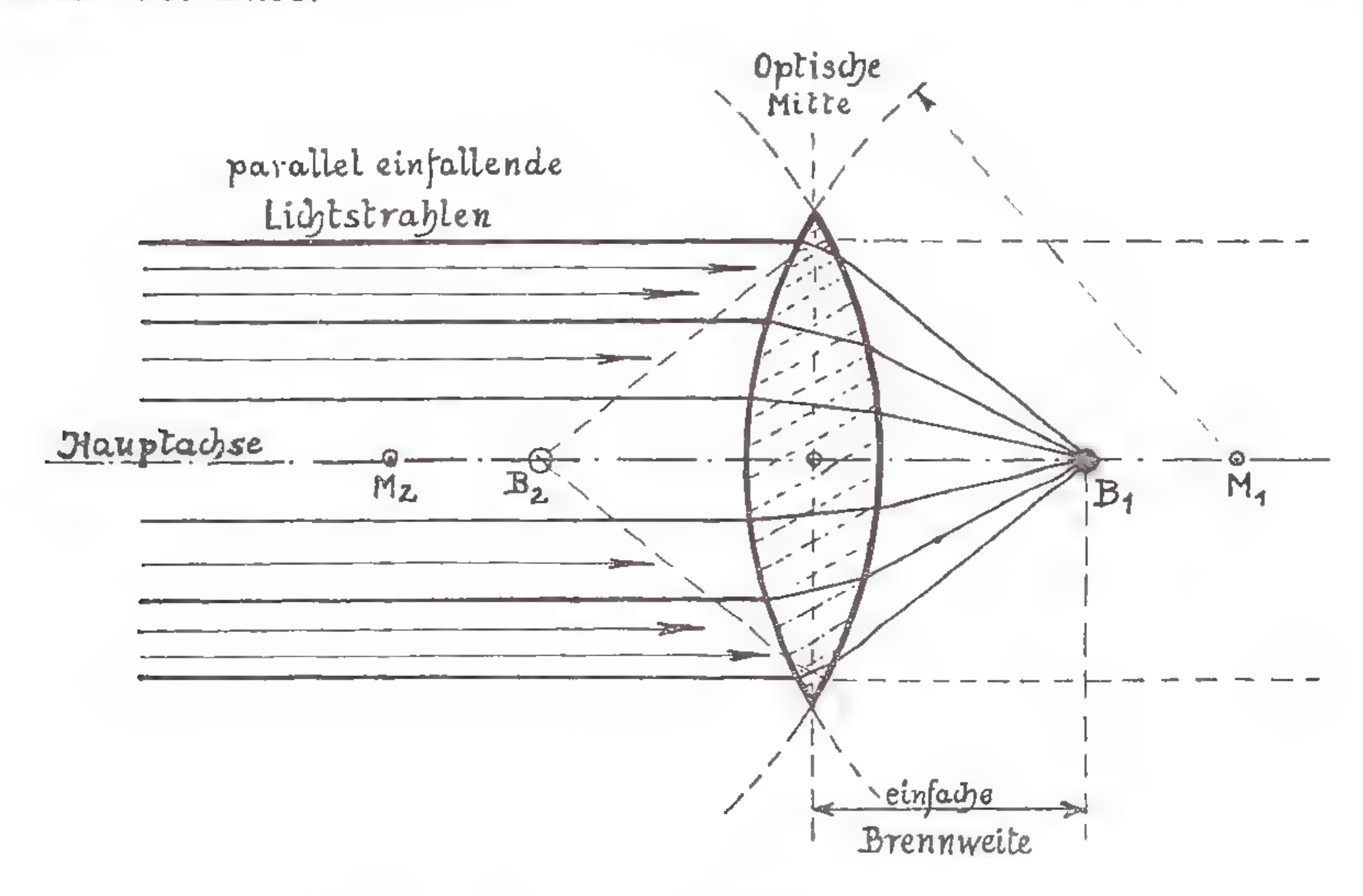
Bild 12. Bildwerfer mit Drosselklappen in den Kaminabzügen

Von Objektiven, deren Brennweiten und Lichtstärken

Für die Bildprojektion im Filmtheater werden Objektive benutzt, deren Aufbau und Wirkungsweise einer Reihe ganz bestimmter optischer Gesetze gehorcht. Wir wollen uns auch diese Dinge einmal näher ansehen. Das Verstehen der optischen Vorgänge ist nicht ganz einfach, aber auch das werden wir meistern und wollen es schaffen, weil es genau wie alles übrige in das Schatzkästlein des Wissens um die Vorgänge aus der Kinopraxis gehört.

Betrachten wir zunächst einmal eine einfache Linse. Eine Linse kann man sich so entstanden denken, daß zwei Kugeln derart ineinander geschoben werden, daß jede Kugel aus der anderen Kugel einen

kleineren Teil des Kugelinhaltes herausschneidet (Bild 13). Die durch die beiden Kugelmittelpunkte M 1 und M 2 gehende gerade Verbindungslinie nennt man „Hauptachse", die auf ihr senkrecht stehende durch die Schnittpunkte der Kugelfläche gelegte Gerade heißt „optische Mitte" der Linse.



(eigene Zeichnung)
Bild 13. Strahlengang durch eine Sammellinse

Der Brennpunkt einer Linse ist derjenige Punkt, in dem sich aus sehr großer Entfernung kommende, praktisch also parallel laufende Lichtstrahlen nach ihrem Durchgang durch die Linse schneiden. Er liegt auf der Hauptachse zwischen Linsenmitte und dem Mittelpunkt derjenigen Kugel, auf deren äußere gekrümmte Fläche der Lichteinfall auftrifft (B_1). Fällt das Licht von der entgegengesetzten Seite ein, so entsteht auf der anderen Seite der Linse ebenfalls ein Brennpunkt (B_2).

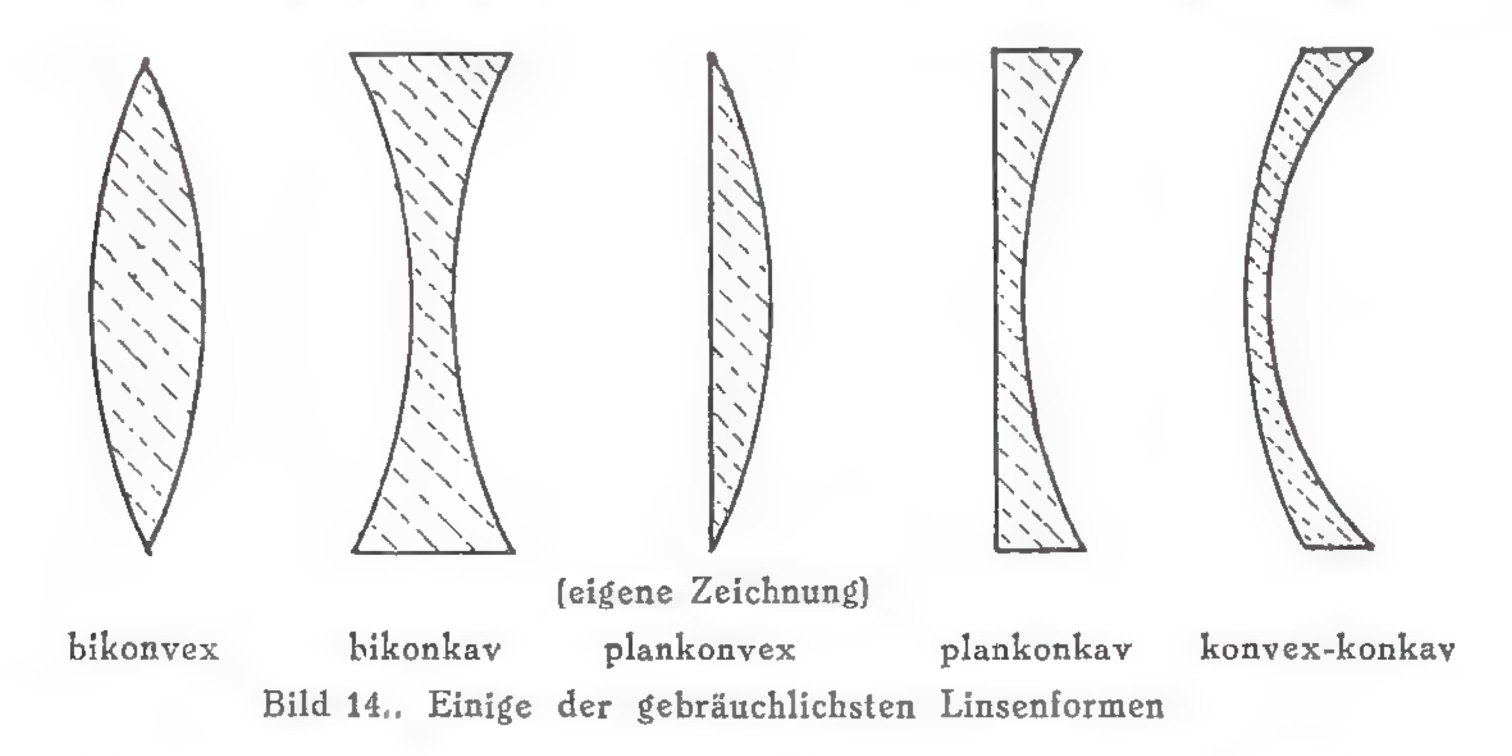
Die Eigenschaft der Bündelung oder auch Zerstreuung von Lichtstrahlen beim Durchgang durch eine Linse wird dadurch hervorgerufen, daß die Lichtstrahlen beim Uebergang von einem weniger dichten Medium (Luft) in ein dichteres Medium (Glas) eine Ablenkung aus ihrer ursprünglichen Richtung erfahren und auch umgekehrt beim Austritt aus dem dichteren Medium in das weniger dichte ebenfalls noch einmal abgelenkt werden.

Wir haben bisher eine Linse betrachtet, deren Flächen beiderseits eine nach außen gehende Wölbung besaßen. Eine solche Linse heißt „bikonvex". Es gibt aber auch Linsen, die nur eine gekrümmte Fläche haben, während die zweite Fläche eine Ebene sein kann. Endlich können beide Flächen nach innen gewölbt sein und die ganze Linse kann außerdem in sich noch gekrümmt sein. Man bezeichnet ebene Flächen als

„plan", nach innen gekrümmte als „konkav", nach außen gekrümmte als „konvex". Damit sind die in Bild 14 dargestellten, hauptsächlich vorkommenden Linsenformen möglich.

Während alle konvexen Linsen die Lichtstrahlen mindestens auf einer Seite in Richtung der Linsenachse bündeln, haben konkave Linsen die Eigenschaft, das Licht zu zerstreuen, also von der Achse abzulenken.

Bildet man nun mit einer konvexen Linse einen Gegenstand auf einer Bildfläche oder einer Mattscheibe ab, so kann man feststellen, daß das Bild um so heller wiedergegeben wird, je größer der Durchmesser der Linse im Verhältnis zu ihrer Brennweite ist (große relative Lichtöffnung). Zugleich kann man aber auch beobachten, daß man den Abstand der Linse zu dem abzubildenden Gegenstand sehr genau einstellen muß, um eine scharfe Abbildung zu erhalten. Alle um ein gerin-



(eigene Zeichnung)

bikonvex bikonkav plankonvex plankonkav konvex-konkav

Bild 14.. Einige der gebräuchlichsten Linsenformen

ges vor oder hinter dem Gegenstand liegenden Flächen werden dabei unscharf abgebildet. Die Tiefenschärfe der Linse ist also sehr gering. Verkleinert man die wirksame Oeffnung der Linse durch eine davor gehaltene Loch-Blende, so wird die Tiefenschärfe wesentlich besser, dafür sinkt aber sofort die Helligkeit des Bildes, d. h. die Lichtstärke wird geringer. Bei nicht abgeblendeten einfachen Linsen treten außerdem starke Verzeichnungen und Bildwölbungen in den Randpartien des Bildes und noch eine Anzahl weiterer Fehler auf.

Wir stellen also fest:

Große wirksame Oeffnung der Linse bedeutet: große Lichtstärke, d. h. gute, hell ausgeleuchtete Abbildung des Gegenstandes, aber geringe Tiefenschärfe und stärkere Randverzerrungen.

Kleine wirksame Oeffnung bedeutet: geringere Lichtstärke, dafür aber größere Tiefenschärfe und bessere Wiedergabe der Randpartien eines Bildes.

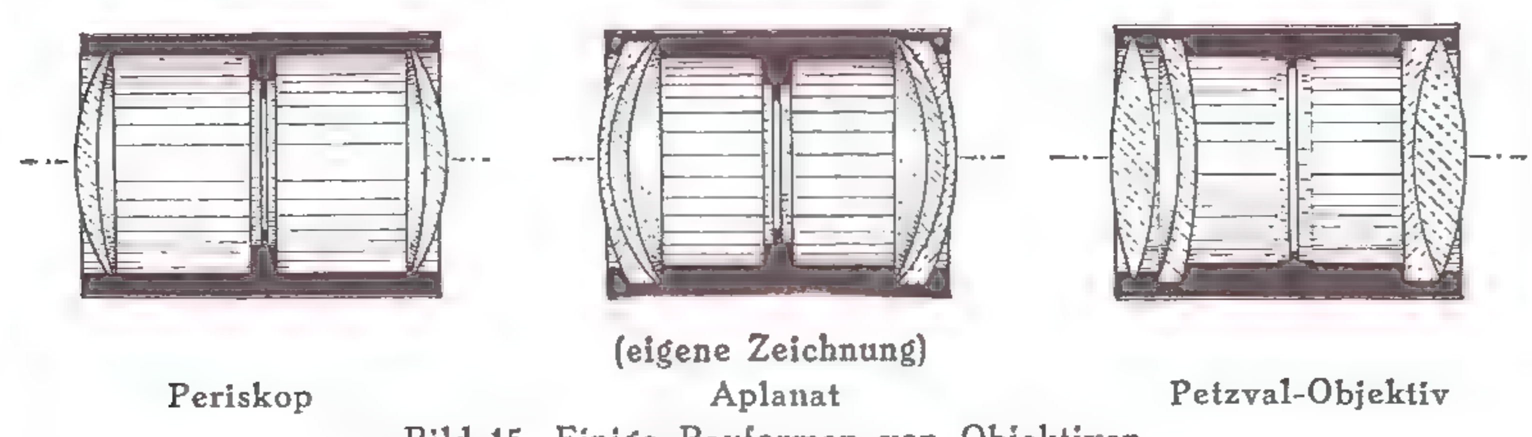
Für die Lichtstärke gibt es wie schon oben gesagt, eine Maßzahl, die „relative Oeffnung". Man kann sie ermitteln, indem man die Brennweite durch den Durchmesser der wirksamen Oeffnung der Linse teilt.

Je kleiner das Resultat dieses Bruches ausfällt, desto größer ist die Lichtstärke der betreffenden Linse oder eines Objektives.

Die vorstehenden Tatsachen ergeben zugleich den Grund, weshalb wir für höherwertige Bildwiedergaben nur Objektive benutzen, die aus mehreren Linsen zusammengebaut sind. Durch geeignete Wahl und Berechnung der zu einem Satz vereinigten Einzellinsen ist es nämlich möglich, die obengenannten und noch weitere möglichen Fehler der einfachen Linse weitgehend zu verbessern. Man erhält auf diese Art Objektive mit verhältnismäßig großer Lichtstärke, also relativ großer wirksamer Oeffnung bei gleichzeitig guter Tiefen- und Randschärfe (Bild 15). Je nach dem Aufbau unterscheidet man Periskope, Aplanate, Anastigmate und Doppel-Anastigmate. Periskope sind heute nur noch vereinzelt gebräuchlich.

Aplanate zeigen gute Mittenschärfe. Die Randschärfe wird aber erst bei stärkerer Abblendung zufriedenstellend, wodurch jedoch die Lichtstärke kleiner wird. Die relative Oeffnung — also Brennweite: wirksamen Oeffnungsdurchmesser — liegt je nach Aufbau etwa zwischen F : 6—8.

Anastigmate geben auch bei voller Objektivöffnung bis in die Randpartien scharf ausgezeichnete Bilder bei guter Lichtstärke. Die relative Oeffnung schwankt je nach Aufbau etwa zwischen F : 4—7.



(eigene Zeichnung)

Periskop — Aplanat — Petzval-Objektiv

Bild 15. Einige Bauformen von Objektiven

Doppel-Anastigmate sind in der Fotografie sehr geschätzt und stellen die am besten und nach allen möglichen Fehlern korrigierten Objektive dar. Die relative Oeffnung liegt etwa bei F : 2,5—7 je nach Aufbau. Für die Kinoprojektion hat Professor I. Petzval eine vorbildlich gewordene Speziallösung errechnet, die in ihrer Wertung etwa zwischen Aplanaten und Anastigmaten liegt, also große Lichtstärke bei möglichst weit getriebener Tiefen- und Randschärfe aufweist.

Wie steht es nun aber noch mit der Beziehung zwischen Brennweite und den Größenverhältnissen, unter denen ein Gegenstand als Bild wiedergegeben wird. Bei der Projektion eines Kinobildes ist der abzubildende Gegenstand das im Bildfenster stehende Filmbild. Die Bildfenstermaße sind bei internationaler Norm auf 20,9 x 15,2 mm festgelegt. Haben wir nun ein Objektiv, mit dem wir das durchleuchtete Filmbild abbilden wollen, so wissen wir, daß wir das Objektiv so lange verschieben müssen, bis auf der in einer ebenfalls bekannten Entfernung aufgestellten Bildwand eine scharf gezeichnete, vergrößerte und dabei zugleich um 180° verdrehte Abbildung unseres Filmbildchens

entsteht. Das ist dann der Fall, wenn das Filmbildchen an einer durch die Projektionsentfernung bestimmten Stelle zwischen einfacher und doppelter Brennweite des Objektives liegt. Die Projektionsentfernung e steht dabei in einem bestimmten Verhältnis zum Abstand g des Filmbildchens von der optischen Mitte des Objektives. Beide Entfernungen stehen aber wieder zu der Brennweite des Objektives in enger Beziehung. Aus diesen Tatsachen ergibt sich die bekannte Linsenformel:

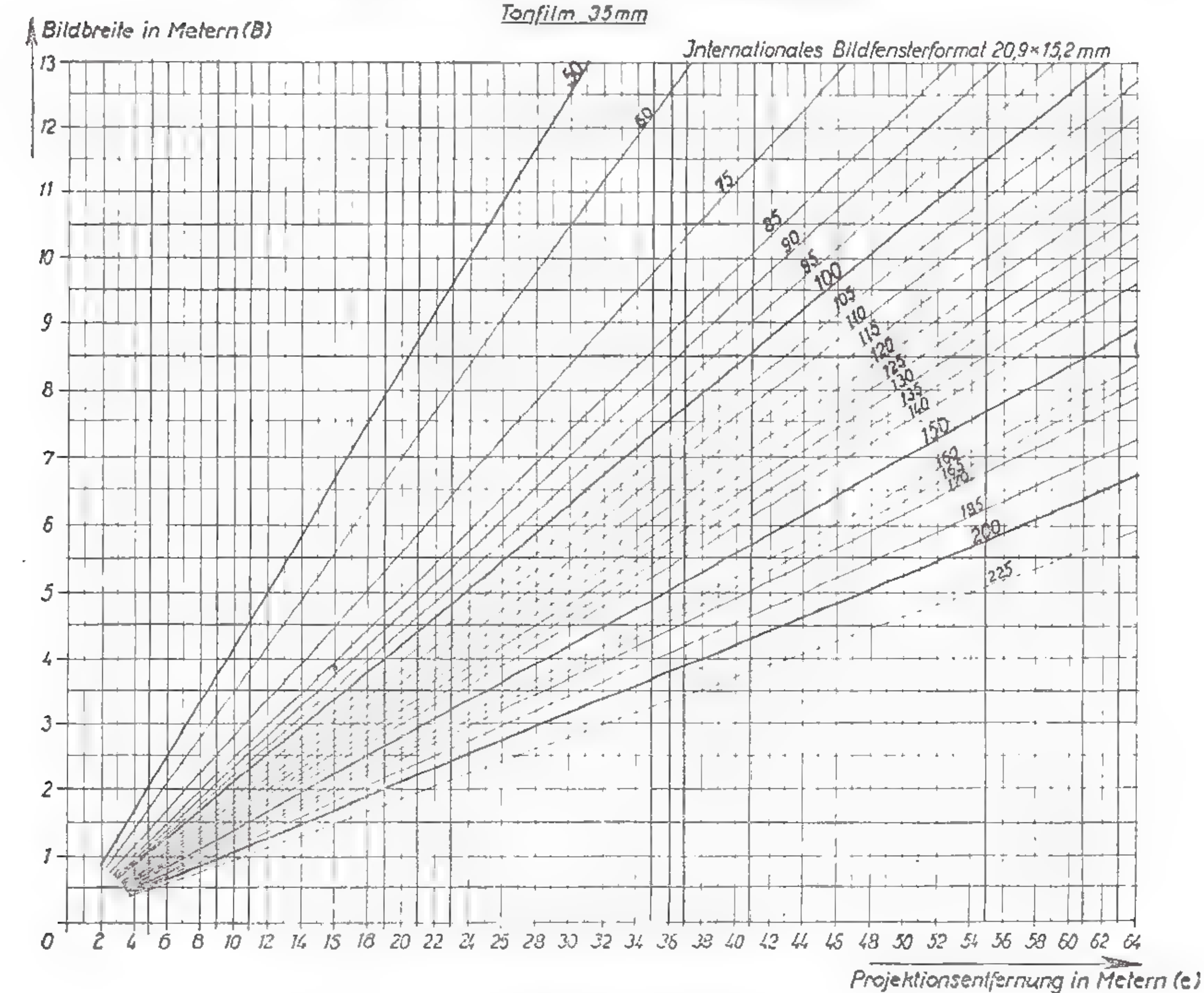
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{g} + \frac{1}{e}$$

Aus ihr ist auch die in der Kinopraxis sehr viel benutzte Berechnungsformel für die Brennweite von Objektiven abgeleitet, sie heißt:

$$F = \frac{e\,.\,b}{B} \quad \text{oder} \quad B = \frac{e\,.\,b}{F} \quad \text{oder} \quad e = \frac{F\,.\,B}{b}$$

In diesen Formeln bedeutet:

F = Brennweite des Objektives in Millimetern,
e = Projektionsentfernung in Metern.
b = Bildbreite des Filmbildchens = 20,9 mm,
B = Bildbreite des projizierten Bildes auf der Bildwand in Metern.



(Zeichnung: Klangfilm)

Bild 16. Bestimmung der Brennweiten von Kino-Objektiven

In Bild 16 sind die rechnerischen Auswertungen dieser Formel graphisch dargestellt, so daß man die zu bestimmten Bildgrößen und Projektionsentfernungen gehörigen Brennweiten leicht ermitteln kann.

Durch die ununterbrochen weitergeführte Entwicklung hochwertiger optischer Fertigungsmethoden stehen dem Filmtheater heute Objektive mit besten Eigenschaften zur Verfügung Die große Lichtstärke bei gleichzeitig vorzüglicher Korrektur der Abbildungsfehler der einzelnen Linsen und die Verwendung hochwertiger Gläser ermöglicht es, Filmbilder von höchster Klarheit, Mitten- und Randschärfe bei hervorragender Helligkeit, also geringsten Lichtverlusten zu erzielen.

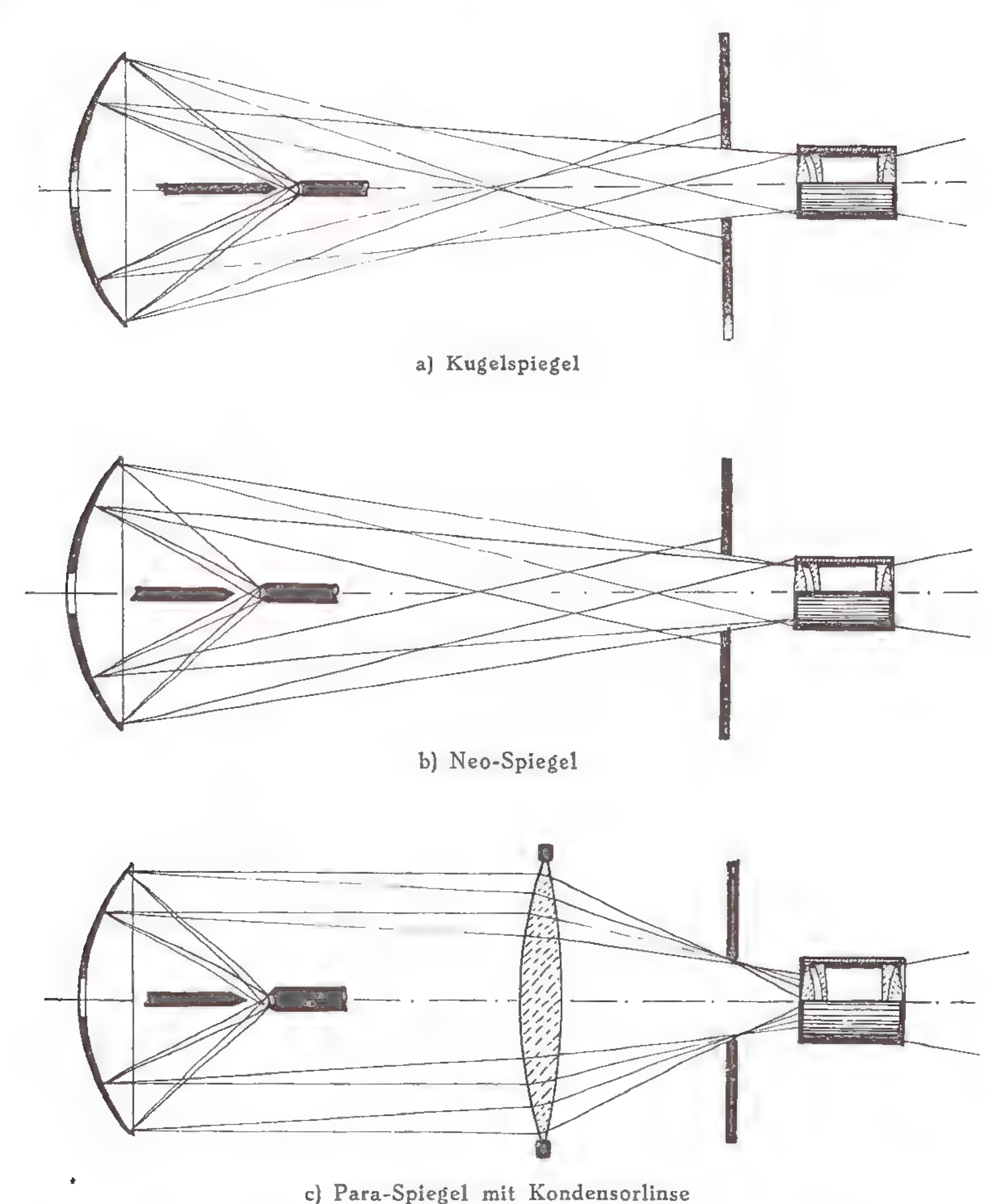
Beim Gebrauch solcher Objektive muß deshalb aber auch eine ihrem Wert angemessene Pflege Platz greifen. Die äußeren Linsenflächen sollen tunlichst nicht mit Fingern berührt und stets sauber gehalten werden. Ihre Reinigung darf nur mit einem ganz weichen, staub- und fettfreien Pinsel oder einem sauberen und öfter ausgewaschenen und dann getrockneten weichen Leinentuch erfolgen. Wildlederlappen sind weniger geeignet, weil sich in ihnen sehr leicht kleinste Sand- Staub- und Schmutzteilchen festsetzen oder einzelne harte Stellen befinden können, die der hochpolierten Linsenfläche sehr leicht Schaden zufügen. Ebenfalls muß von einem Auseinandernehmen solcher Objektive abgeraten werden, da hierbei die von der Fabrik angestrebte Abdichtung und die richtige Justierung der einzelnen Linsen zueinander beseitigt und oft nicht richtig wiederhergestellt wird. In keinem Falle aber dürfen Putzmittel oder Flüssigkeiten zur Reinigung der Linsen herangezogen werden.

Ein scharfes, helles Bild zu zeigen
Sei für uns ein Hauptgebot! —
Haltet das Objektiv stets rein und eigen,
Dann hat es damit keine Not! —

Von der Wirkung der Hohlspiegel

Bei fast allen Projektions-Einrichtungen machen wir uns die Eigenschaften der Sammlung und gerichteten Auslenkung von Lichtstrahlen durch Hohlspiegel zunutze. Es lohnt sich daher die verschiedenen Arten von Hohlspiegeln einmal etwas eingehender zu betrachten. Wir unterscheiden sphärische und asphärische Spiegel. Sphärisch heißt ein Spiegel, wenn seine Krümmung der Außenfläche einer Kugel entspricht. Demnach sind alle Kugelspiegel unter diesen Begriff zu rechnen. Asphärisch heißt ein Spiegel, dessen Krümmung von der Kugelform abweicht. Unter diesen Begriff fallen alle Hohlspiegel, deren Krümmung etwa dem Verlauf einer Parabel (Para-Spiegel) oder einer Ellipse bzw. einer Hyperbel folgt. Es gibt aber auch Spiegel, die zum Teil der Kugelform, zum Teil dem Verlauf anderer Kurven folgen, wie z. B. der bekannte Neo-Spiegel, der als sphärisch-elliptisch angesprochen werden kann.

Der Strahlengang in Hohlspiegeln folgt den Gesetzen, wie sie auch für Linsen Geltung haben. Spiegel haben daher auch eine Brennweite und ganz ähnliche Bündelungs- oder Zerstreuungseigenschaften, wie wir sie von den Linsen schon kennengelernt haben. Bringen wir einen



a) Kugelspiegel

b) Neo-Spiegel

c) Para-Spiegel mit Kondensorlinse

Bild 17. Strahlengang in Spiegellampen (eigene Zeichnung)

leuchtenden Körper in den Brennpunkt eines Hohl-Spiegels, so wird er die von diesem Körper ausgehenden Lichtstrahlen aufnehmen und in einem durch die Krümmung bestimmten Winkel reflektieren, wobei eine mehr oder weniger starke Bündelung der Lichtstrahlen erfolgt.

Wenn wir die in der Kinopraxis am häufigsten anzutreffenden Formen einmal näher betrachten, so finden wir den Kugelspiegel, den

Para-Spiegel und den Neo-Spiegel. Wir sehen, daß beim Kugelspiegel (Bild 17a) eine gewisse Bündelung der Lichtstrahlen zwar eintritt, daß aber noch eine verhältnismäßig große Streuung vorhanden ist. Der Kugelspiegel findet deshalb nur dort Verwendung, wo es nicht so sehr auf eine hochgetriebene Konzentration der eingesetzten Lichtquelle und auf keine große Wirtschaftlichkeit in der Lichtausbeute ankommt.

Viel besser wird die Bündelung der von der Lichtquelle abgegebenen Lichtstrahlen auf einen verhältnismäßig kleinen Fleck — wie ihn ja das Bildfenster in unseren Bildwerfern darstellt — unter Verwendung eines Neo-Spiegels erreicht. (Bild 17b.) Man kann behaupten, daß bei dieser Spiegelform etwa 50 % mehr Licht durch das Bildfenster geschleust werden, als mit einem Kugelspiegel gleichen Durchmessers.

Mit zunehmender Vergrößerung des leuchtenden Körpers — in unserem Falle also des glühenden Kraters der Positiv-Kohle — tritt aber auch beim Neo-Spiegel der Fall ein, daß die mit ihm zu erreichende Lichtbündelung nicht mehr ausreicht, um den größeren Teil des Lichtbündels durch das Bildfenster hindurch zu schleusen. In diesem Fall, d. h. also, wenn für die Bogenlampe größere Stromstärken benutzt werden, die z. B. einen etwa über 8—10 mm hinausgehenden Kohlen-Durchmesser bei Reinkohlenbetrieb bedingen würden, tritt vorteilhaft der Para-Spiegel an dessen Stelle. Para-Spiegel führen die aufgefangenen Lichtstrahlen annähernd parallel einer Kondersorlinse zu, durch die dann erst eine Bündelung in der gewünschten und erforderlichen starken Einschnürung herbeigeführt wird (Bild 17c).

Wie wir aus den Abbildungen weiter ersehen können, muß für den ordnungsgemäßen Betrieb einer Bogenlampe der Abstand des Kohlenkraters zum Spiegelscheitel und auch der Abstand Spiegelscheitel zum Bildfenster genauer eingehalten werden, wenn eine wirtschaftliche Auswertung des Lichtes im Bildfenster erreicht werden soll. Die Spiegellampen sind daher so aufzustellen, daß die von der Lieferfirma des Spiegels oder der Lampe angegebenen Abstände im Betrieb gewährleistet werden.

Für die Pflege der Spiegel gelten die gleichen Maßnahmen, wie sie im vorigen Abschnitt für die Pflege von Objektiven herausgestellt wurden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, daß Spiegel lose in ihrer Fassung sitzen, damit sich bei der in Betrieb eintretenden starken Erwärmung keine Spannungen im Material einstellen können, die ein Zerplatzen des Spiegels begünstigen. Auch vor zu starkem und kaltem Luftzug sind die Spiegel möglichst zu schützen, da auch hierdurch die Gefahr einer Beschädigung entstehen kann. Für stark geneigte Projektoren und in Höchstleistungslampen gibt es Spezial-Spiegel aus Pyroduritglas, das gegen sehr große Wärmeeinwirkung und plötzliche Temperaturschwankungen größere Sicherheit bietet.

Beim Filmbild auf der Leinewand
Wird gleichmäßig stets ausgeleuchtet sein,
Nicht nur die Mitte, sondern auch der Rand,
Setzt Du den rechten Spiegel ein! —

Von Umformern und Gleichrichtern

In den ersten Stummfilmzeiten benutzte man zur Projektion von Kinobildern das Kalklicht, eine Einrichtung, bei welcher ein aus kalkhaltigen Stoffen bestehender kleiner zylindrischer Körper mit einer Mischung von Azethylengas und Sauerstoff angestrahlt, geheizt und zur hellen Weißglut gebracht wurde. Die außerordentliche Explosionsgefährlichkeit der dabei gebrauchten Gasmischung führte dazu, daß man sehr bald nach anderen weniger gefährlichen Lichtquellen Ausschau hielt. Mit der fortschreitenden Durchführung der elektriscen Stromversorgung kam deshalb das elektrische Bogenlicht immer mehr zur Verwendung.

Zugleich mit der Bogenlampe hielt auch der Umformer seinen Einzug in die Vorführungsräume des Kinotheaters damaliger Zeiten. Umformer und Reinkohlen-Bogenlampe haben dann fast 2 Jahrzehnte ausschließlich das Feld für sich behaupten können. Man entnahm dem



Foto: Klangfilm

Bild 18. Metallgleichrichter und Kühlgebläse im Vorraum des Bildwerferraumes

Ortsnetz eine Spannung von 110, 125, 220, 380 auch 440 Volt. Der Umformer setzte diese Spannung dann auf die für den Betrieb einer Bogenlampe einschließlich des dazu nötigen Beruhigungs-Widerstandes erforderliche Sekundärspannung von etwa 70 bis 90 Volt herab. In Fällen, wo Drehstrom oder Wechselstrom aus dem Netz entnommen wurde, verwandelte er zugleich auch diese Stromart in den für die Bogenlampe erforderlichen Gleichstrom.

Warum aber hat der Umformer heute als Bogenlampen-Stromquelle erheblich an Bedeutung verloren, so daß man immer mehr auf den Betrieb der Bogenlampen aus Gleichrichtern übergeht? — Ganz einfach deshalb, weil die Wirtschaftlichkeit im Gleichrichter-Betrieb eine größere ist und diese Tatsache ganz besonders dann stark ins Gewicht fällt, wenn mit größeren Stromstärken gearbeitet wird.

Und gerade die Heraufsetzung der Bogenlampen-Stromstärke, bedingt durch die immer größer werdenden Ansprüche an die Helligkeit und gute Ausleuchtung unserer heutigen, ebenfalls in ihren Abmessungen größer gewordenen Kinobildwände dürfte wesentlich dazu beigetragen haben, den Gleichrichter den Weg in das Lichtspieltheater so überaus rasch zu ebnen.

Wie steht es aber nun genauer mit dieser Wirtschaftlichkeit? — Für den Betrieb einer Bogenlampe aus dem Gleichstromnetz oder aus einem Umformer muß in den Stromkreis ein Beruhigungswiderstand geschaltet werden, der eine sogenannte „fallende oder negative Charakteristik" für diesen Stromkreis herbeiführt. Das bedeutet, daß bei einem bestimmten Strom sich eine ganz bestimmte Spannung an der Lampe einstellt, daß mit steigendem Strom die Spannung fällt und mit fallendem Strom die Spannung ansteigt. Hierdurch pendelt sich ein bestimmter Arbeitspunkt ein, der von der Größe des Widerstandes, dem Strom und der Länge des Lichtbogens abhängt und sich mit ändernder Lichtbogenlänge ebenfalls verändert.

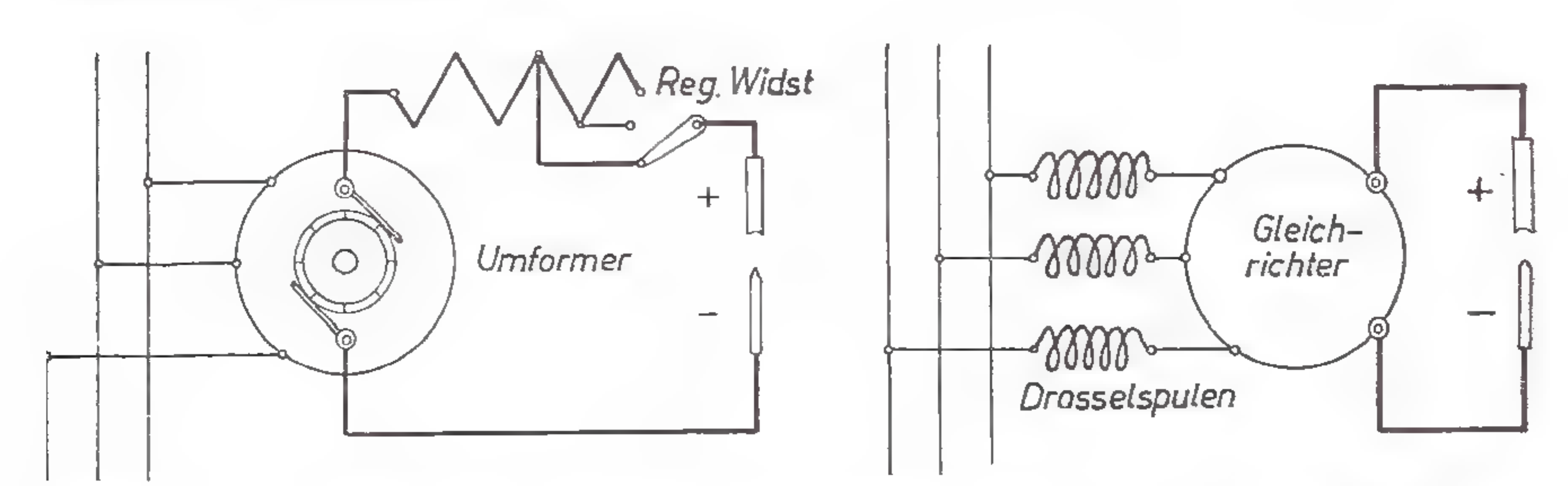


Bild 19. Früher übliche und neuzeitliche Bogenlampenspeisung (eigene Zeichnung)

Dieser Widerstand vernichtet einen nicht unbeträchtlichen Teil der dem Umformer entnommenen Leistung und setzt sie in Wärme um, so daß diese Leistung für den eigentlichen Zweck der Lichterzeugung verloren geht. Dies ist allerdings auch bei Gleichrichtern der Fall,

welche noch zum Betrieb der Bogenlampe einen zwischengeschalteten Widerstand benötigen.

Die neueren Konstruktionen von Gleichrichtern aber, seien es Röhren- oder Metall-Gleichrichter, besitzen jedoch Schaltungs-Anordnungen, die eine Zwischenschaltung eines solchen Widerstandes entbehrlich machen. Die „fallende Arbeitscharakteristik" wird dabei durch vorgesehene Drosselspulen, zum kleineren Teil allerdings auch noch durch den Eigenwiderstand der Gleichrichterröhren oder Gleichrichtersäulen hervorgerufen. Da die Drosselspule bei der Spannungsregelung aber nur eine vom Netzzähler nicht registrierte Blindleistung verbraucht, wird ein beträchtlicher Teil des sonst vom Beruhigungs-Widerstand in Wärme umgesetzten Stromes eingespart, somit eine bessere Wirtschaftlichkeit erzielt.

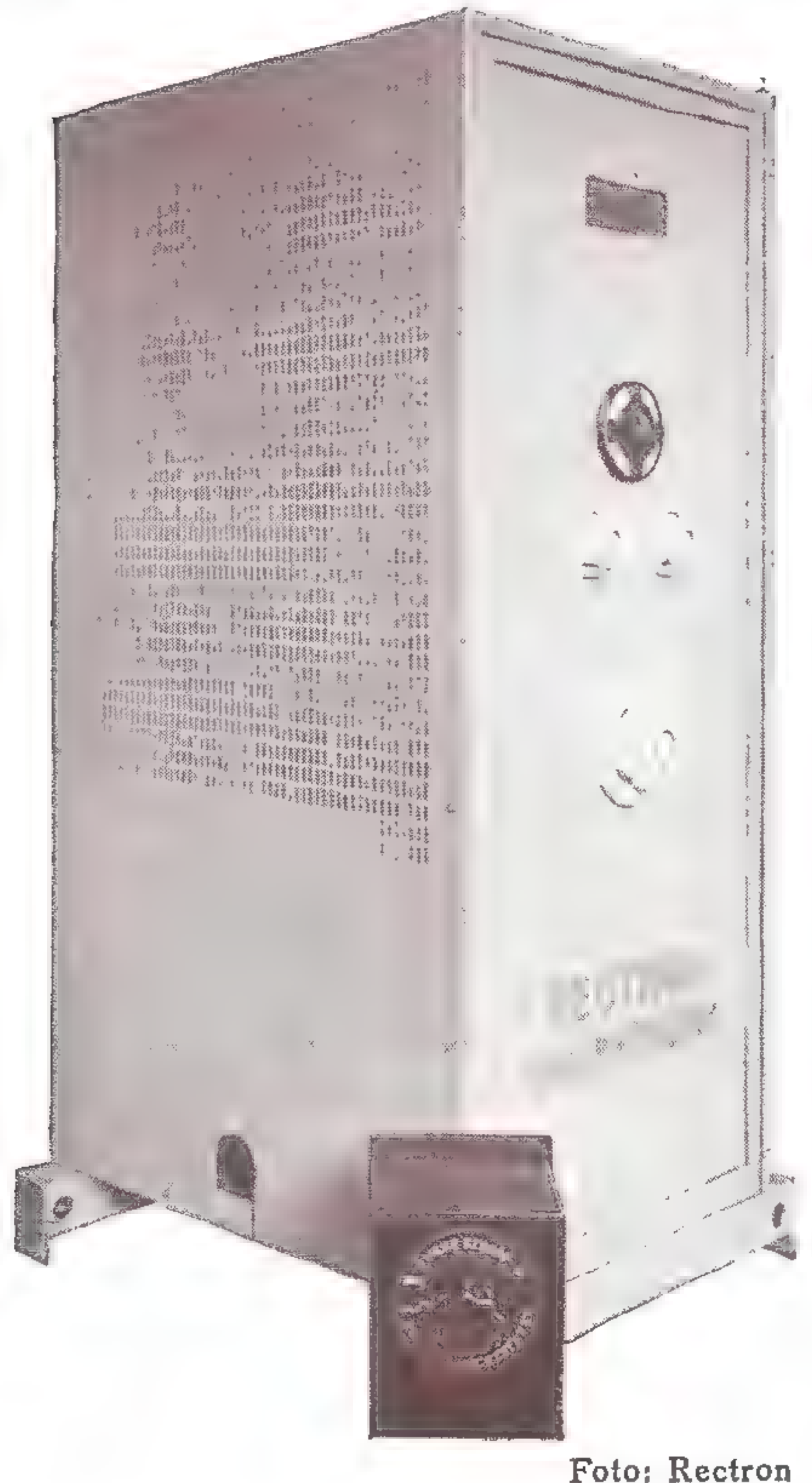


Foto: Rectron

Bild 20. Rectron-Kino-Lichtsteuergerät

Die Steigerung des Gesamt-Wirkungsgrades einer solchen neuzeitlichen Bogenlampenspeisung beträgt gegenüber dem Umformerbetrieb bis zu etwa 35% bei Reinkohlen- und bis zu etwa 47% bei Hochintensitätskohlen-Betrieb. Das ergibt also eine erhebliche Ersparnis an Stromkosten bzw. eine wesentliche Steigerung der Lichtleistung bei Beibehaltung des bisherigen Stromverbrauches, weil jetzt ein viel größerer Teil des Stromes zur direkten Lichterzeugung herangezogen wird. Da der grösste Teil unserer Lichtnetze mit Drehstrom bzw. Wechselstrom versorgt wird, war der Siegeszug des Gleichrichters nicht mehr aufzuhalten. Der Umformer aber kommt in absehbarer Zukunft nur noch in Gleichstromnetzen für die Bogenlampenspeisung in Frage, weil ja hier ein Gleichrichterbetrieb nicht erforderlich und auch nicht möglich ist, aber durch Verwendung eines Umformers zur Spannungsherabsetzung auch hier Ersparnisse gegenüber einem direkten Betrieb aus dem Gleichstromnetz gemacht werden können.

Will man die große Leistung sparen,
die sonst im Widerstand verblieb,
So muß man seine Bogenlampe fahren
Im neuzeitlichen Gleichrichter-Betrieb! —

Becklicht? – ja, aber richtig!

Kein Filmtheater-Fachmann wird heute noch bestreiten können, daß eine erstklassige Bildwandausleuchtung und die naturnah wirkende Abstufung von Licht und Schatten im projizierten Filmbild nur durch Anwendung des Becklichtes erreicht werden kann. Der Becklicht-Betrieb wird sogar zur unumgänglichen Notwendigkeit, wenn die auszuleuchtende Bildwand eine größere Breite als etwa 4,5 m erreicht und eine Leuchtdichte von etwa 100 Apostilb erzielt werden soll.

Wenn man aber immer wieder hört, daß der Becklicht-Betrieb von



Foto: Klangfilm

Bild 21. AEG-Hochintensitäts-Bogenlampe mit stufenlos veränderlichem Kohlennachschub für Becklicht und Reinkohlen

Theaterleitern oder Vorführern entweder aus Vorurteilen heraus abgelehnt oder aus gemachten Erfahrungen als wenig befriedigend bezeichnet wird, so muß man sich schon darüber wundern, daß bei unserer so hoch entwickelten kinotechnischen und elektrotechnischen Industrie solche der Sache abträglichen Urteile möglich sind. Wie es dazu kommen kann, möge folgender Fall zeigen:

Ein Theater hatte mit nicht geringen Kosten seine Bildwerfer-Anlage auf Becklicht-Betrieb umgestellt. Es waren hochwertige Lampenausrüstungen und im Anschaffungspreis verhältnismäßig teure Gleichrichter beschafft worden. Die sorgfältige Auswahl dieser Teile ließ eine wesentliche Steigerung der Bildwandhelligkeit erwarten. Nach dem durch den



Foto: Zeiss Ikon

Bild 22. „Magnasol"-Bogenlampe für Becklicht und Reinkohlen (Zeiss Ikon)

Vorführer unter Hinzuziehung eines Elektrotechnikers erfolgten Einbau dieser Geräte stellte sich aber heraus, daß der erzielte Gewinn an Lichtausbeute in gar keinem Verhältnis zu den ausgegebenen Beträgen für die Neubeschaffung der erforderlichen Einrichtungen stand. Es wurde geraume Zeit herumexperimentiert, verschiedene Kohlensorten und Bogenlampenströme versucht, ohne daß deswegen merklich bessere Ergebnisse dabei erreicht werden konnten. Die bei solchen mißlungenen Experimenten leicht eintretende gegenseitige Verärgerung des Theaterleiters und des Vorführers über die hierbei nutzlos vergeudete Zeit machte sich dann mehr und mehr in abträglichen Urteilen über das ganze Problem „Becklicht-Betrieb" Luft. Einem zufällig anwesenden Kino-Fach-Ingenieur kamen diese Aeußerungen zu Ohren, und er bot sich zur Durchführung einer Messung an. Die durchgeführten Messungen ergaben folgende Feststellungen:

Benutzter Bogenlampen-Betriebsstrom 60 Amp.

Lichtbogenlänge zwischen Positiv- und Negativ-Kohle etwa 3,7 mm

Am Gleichrichter-Voltmeter abgelesene Spannung 34,25 Volt

gemessene Beleuchtungsstärke (Bildwandmitte) 104 Lux

Reflexionsfaktor der Bildwand (durch Vergleich mit Bildwandproben ermittelt) 0,65 (65 %)

Aus diesen Werten errechnete Leuchtdichte der Bildwand

104 Lux × 0,65 = 67,6 Apostilb

Bei der vorhandenen Flächenausdehnung der Bildwand von 27 qm entsprach die gemessene Leuchtdichte einem vom Bildwerfer ausgehenden Lichtstrom von

104 Lux × 27 qm = 2810 Lumen.

Laut Angabe der Lieferfirma sollte aber die Becklampe mit den benutzten Kohlen und mit der eingesetzten Stromstärke von 60 Amp. einen Lichtstrom von etwa 4500 Lumen abgeben können, wobei die durch die Blende, das Bildfenster und durch Objektiv und Kabinenfenster entstehenden Licht-Verluste bereits vom reinen Lichtstrom der Lampe abgesetzt waren. Aus der Kontrollmessung ging daher eindeutig hervor, daß der Betrieb der Lampe, so wie er vorgefunden wurde, keinesfalls befriedigen konnte. Hinzu kam die außerordentliche Empfindlichkeit zum Auslöschen bei geringster Veränderung des Kohlenabstandes. Daß trotzdem ein betriebsmäßiges Arbeiten mit der Lampe überhaupt erreicht wurde, darf als Beweis für die hochwertige Ausführung und das einwandfreie Arbeiten des an der Bogenlampe angebauten elektrischen Kohlennachschubwerkes gelten.

Wo aber lag nun der Fehler? Die direkt in der Nähe des Gleichrichters an dem dort eingeschalteten Voltmeter abgelesene Gleichrichterspannung von 34,25 Volt hätte bei den benutzten Bogenlampenkohlen und der eingesetzten Stromstärke von 60 Amp. eigentlich einen durchaus normalen Becklicht-Betrieb möglich machen müssen. Die Nachprüfung der Zuleitungen von Gleichrichter zur Bogenlampe, deren Querschnitt 16 qmm betrug, ergab, daß die Leitung vorschriftsmäßig mit 60 Amp. abgesichert und auch belastet werden durfte. Eine Kon-

trolle auf Spannungsabfall in dieser Leitung jedoch zeigte, daß sie für den Becklicht-Betrieb mit 60 Amp. Bogenlampenstrom aber doch zu schwach dimensioniert war, denn an der Bogenlampe selbst wurden bei Einschaltung eines Voltmeters nur noch 27 Volt Spannung

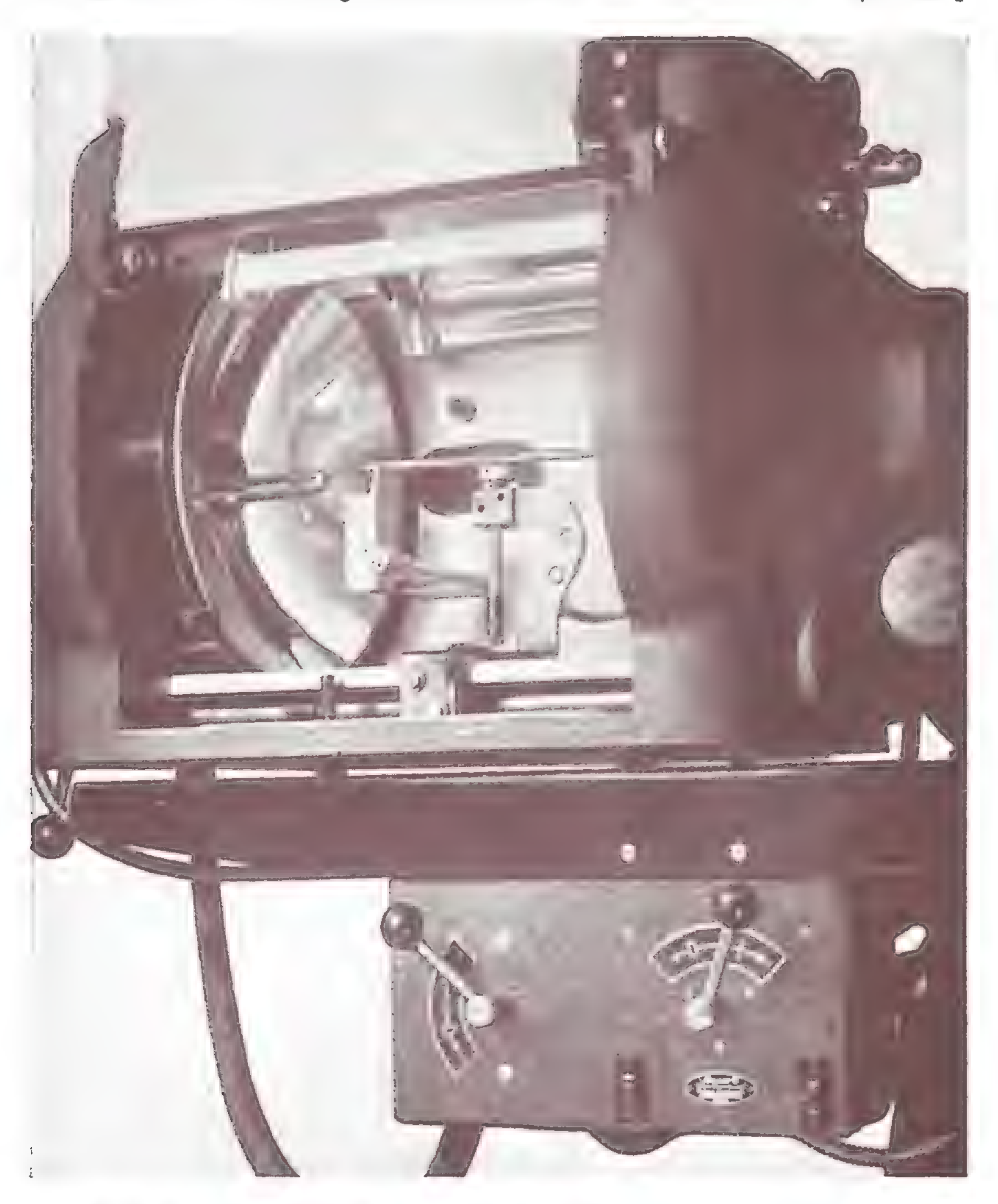


Bild 23. Bauer-Hochleistungslampe für Becklicht und Reinkohlen Foto: Bauer

gemessen. Auf der ungefähr 40 m langen Zuleitung entstand somit ein Spannungsabfall von 7,25 Volt. Die Nachprüfung der Kontaktstellen an den Klemmen der Sicherungen und Schalter ließ vermuten, daß ein Teil dieses Spannungsabfalles durch Kontaktverluste herbeigeführt

wurde, weil die Leitungsenden ohne Kabelschuhe angeklemmt waren. In der Tat war der Spannungsverlust nach Beseitigung dieser Fehlerstellen auf 5,25 Volt zurückgegangen. Diese 5,25 Volt waren nun als reine Leitungsverluste anzusprechen, und es mußte versucht werden, auch hierfür einen Ausgleich zu schaffen.

Da für den Normalbetrieb der benutzten Bogenlampenkohlen aus einem Prospekt der Lieferfirma zu entnehmen war, daß bei einer Lichtbogenlänge von 6 mm und einem Bogenlampenstrom von 60 Amp. eine Spannung von etwa 36 Volt an der Bogenlampe vorhanden sein mußte, so wurde die Umschaltung des vorhandenen Gleichrichters erforderlich. Es konnte hierdurch erreicht werden, daß bei einer Belastung von 60 Amp. die Gleichrichterspannung 41 Volt betrug, und daß unter Berücksichtigung des auf der Leitung entstehenden Spannungsabfalles von 5,25 Volt an der Bogenlampe dann noch 35,75 Volt vorhanden waren.

Mit diesen Werten wurde nun die Bogenlampe in Betrieb genommen und der von ihr ausgehende Lichtstrom durch eine Kontrollmessung der Beleuchtungsstärke auf der Bildwand ermittelt. Das Ergebnis war folgendes:

Gemessene Beleuchtungsstärke (Bildwandmitte) 161 Lux

Hieraus errechnet:

Leuchtdichte $161 \times 0{,}65 = 104{,}8$ Apostilb

Also Lichtstrom der Lampe bei Berücksichtigung aller Verluste im Bildwerfer, Objektiv und Kabinenfenster

$161 \text{ Lux} \times 27 \text{ qm} = 4347$ Lumen.

Dieser Wert lag also schon sehr nahe an dem von der Lieferfirma der Bogenlampe genannten Lichtstromwert von 4500 Lumen, und die erzielte Leuchtdichte von 104,8 Apostilb enstprach durchaus den in den Richtlinien der Reichsfilmkammer als Anhaltswert gegebenen Richtwerten. Die anschließend durchgeführte Vorführung einer Filmkopie bewies dann auch ganz eindeutig, daß bei richtigem Einsatz der angeschafften neuen Einrichtungen eine hervorragend gute und zufriedenstellende Bildwandausleuchtung erreicht werden konnte.

Das vorstehende Beispiel zeigt einmal wieder deutlich, daß bei allen technischen Fragen unbedingt ein auf den betreffenden Gebieten erfahrener Fachmann hinzugezogen werden sollte, wenn sich der Theaterleiter oder Vorführer selbst nicht in vollem Umfange über diese Fragen im klaren sind, oder wenn es an den notwendigen Meßeinrichtungen fehlt, um durchgeführte Veränderungen an der Kinoeinrichtung objektiv nachprüfen zu können. Mit dem Einsatz derartiger richtig angewandter Hilfsmittel verliert auch das Problem „Becklicht-Betrieb" seine ihm so leichthin nachgesagten Schwierigkeiten. Aerger, Zeitversäumnis sowie falsche Urteile werden von vornherein ausgeschaltet.

Willst mit Becklicht Du's versuchen,
Darfst Du nicht gleich schimpfen, fluchen,
Wenn's zunächst Dir fehlt am richtigen Licht,
Dann mein Freund, dann stimmt noch etwas nicht!
Hol' Dir Rat vom Fachmann ein,
Dann wirst Du zufrieden sein.

Sorgen beim Becklicht-Betrieb!

Beim Betrieb von Spiegel-Bogenlampen mit Hochintensitätskohlen entsteht — hervorgerufen durch die Verbrennungsrückstände dieser Kohlen — ein grauweißer Niederschlag an den inneren Wandflächen des Bogenlampen-Gehäuses. Aber auch auf der Spiegeloberfläche setzt sich dieser Niederschlag fest. Er verringert sehr bald die Reflexionseigenschaften des Spiegels und führt damit eine schlechtere Lichtausbeute der ganzen Bogenlampen-Anordnung herbei. Da sich der Niederschlag in verstärktem Maße auf der oberen Hälfte des Spiegels bildet und wegen der in dieser Richtung vom Lichtbogen der Lampe ausgestrahlten Hitze sehr leicht und schnell dort festbrennt, muß beim Becklicht-Betrieb der regelmäßigen Reinigung des Spiegels eine erhöhte Aufmerksamkeit gewidmet werden, wenn man nicht dauernden Lichtverlust in Kauf nehmen und der Gefahr vorbeugen will, daß der Spiegel infolge der dabei entstehenden ungleichmäßigen Wärmebelastung zerspringt und damit unbrauchbar wird.

Man mache es sich daher zur Gewohnheit und Pflicht, bei jedem Kohlenwechsel — oder besser noch nach jedem Aktwechsel — den Spiegel mit einem sauberen Leinentuch oder Wattebausch gründlich abzureiben, um dadurch schon die ersten Spuren der entstehenden Niederschläge sofort und sicher zu entfernen. Eine vielfach verlängerte Lebensdauer des Spiegels und eine stets gute und gleichbleibende Lichtausbeute der Lampe machen die kleine Mühe der so durchgeführten regelmäßigen Spiegelreinigung bezahlt.

Vor allen Dingen aber vergesse man nie, die Einbrennklappe vor den Spiegel zu legen, wenn die Lampe gezündet wird. Die beim Zünden und Einbrennen sehr leicht auf den Spiegel gelangenden Rußflecke sind besonders gefährlich. Sie müssen möglichst sofort wieder entfernt werden, weil sonst die Gefahr besteht, daß der Spiegel in kürzester Zeit zerplatzt.

In diesem Zusammenhang sei noch festgestellt, daß eine einwandfrei gestaltete und mit regelbarem und gleichmäßigem Luftzug arbeitende Entlüftung des Lampenhauses eine wirksame Maßnahme darstellt, um die Bildung eines allzu starken Niederschlages weitgehend zu unterdrücken.

Willst Du Becklicht richtig nützen,
Vergiß es nicht und handle klug:
„Beim Zünden stets den Spiegel schützen
Und sorgen für den Luftabzug,
Nach jedem Akt den Spiegel putzen,
Dann geht er nicht so leicht entzwei!"
Dies wird in jedem Fall viel nutzen,
Und macht von weiteren Sorgen frei.

Die Bühne des Filmtheaters

Von der richtigen räumlichen Anordnung der Bildwand und der baulichen Ausgestaltung des Bildwand-Abschlusses hängt sehr stark der Gesamteindruck ab, den das Innere eines Filmtheaters auf den Besucher auszuüben vermag. Ist es auch in erster Linie der durch den Tonfilm gebotene Filmstoff, der den Besucher während seines Ablaufes fesselt, so sollte man dennoch alles daransetzen, auch die Bühnenausstattung in einen dem Ansehen des Theaters angeglichenen Zustand zu bringen und zu halten. In den kurzen Lichtpausen vor Beginn der Vorstellung und in den Pausen zwischen den einzelnen Filmdarbietungen hat der Besucher Zeit und Muße genug, sich gerade die Flächen, auf die sein Blick besonders stark ausgerichtet ist, genauer anzusehen.

Wie unangenehm ist es, wenn in solchen Augenblicken beschaulicher Betrachtung das Auge keinen rechten Ruhepunkt findet, in der Zerrissenheit der Bauformen eines schlecht ausgestatteten Bildwand-Abschlusses herumirrt und hier und dort irgendwie nachteilig beeindruckt wird. Der Besucher hat dann unwillkürlich das Gefühl, daß der betreffende Theaterbesitzer keinen Wert darauf legt, seinem Publikum den Aufenthalt im Theater irgendwie angenehmer zu gestalten.

Wie feierlich und stimmungshebend wirkt dagegen eine mit ruhiger Linienführung und in sachlicher Weise ausgebaute Bühneneinrahmung, in der ein mit Geschmack ausgewählter Vorhang zusammengleitet und die Bildwand den Blicken des Besuchers auf Dauer der Lichtpausen entzieht.



Foto: Dr. Steinmetz, München

Bild 24. Zuschauerraum und Bühne eines süddeutschen Filmtheaters



Foto: Krajewski, Berlin

Bild 25. Zuschauerraum und Bühne eines norddeutschen Filmtheaters

Besonders dann, wenn durch eine geschickte Anstrahlung die Vorhangsflächen und gegebenenfalls auch der mit Lichtvouten versehene Bühnenrahmen belebt wird und zur Verstärkung des Blickfanges beiträgt.

Eine dieser Forderungen gerechtwerdende Bühnengestaltung muß ungefähr folgende Einrichtungen besitzen bzw. nachstehende Bedingungen erfüllen:

1. Bühnenvorhang aus matten, mattglänzenden und in besonderen Fällen auch glänzenden pastellfarbigen Stoffen, die einen guten Faltenwurf ermöglichen.
2. Gut konstruierte Vorhangs-Laufeinrichtung, die ein geräuschloses Schließen und Oeffnen der beiden Vorhanghälften zuläßt.
3. Elektrisch angetriebene und vom Vorführungsraum aus zu steuernde Vorhangszug-Einrichtung mit selbsttätigen Haltekontakten.
4. Bühnenraum und Bühnenrampe mit oder ohne sichtbare Lichtvouten, die eine schattenfreie Anstrahlung der ganzen sichtbaren Vorhangsfläche in einer oder mehreren Farben zulässt.
5. Gepflegte Bildwand mit sauber ausgeführter Bildwandeinrahmung und anschließenden Blenden aus mattschwarzen, samtartigen Stoffen.
6. Ausreichender Raum zwischen Bildwand und Vorhang (mindestens

etwa 40 cm) und zwischen Rückwand der Bühne und Bildwand für die Unterbringung einer oder mehrerer Lautsprecher-Einheiten, in der Größenordnung, wie sie durch die akustischen Eigenschaften des Theaterraumes bedingt wird. (Von 0,6 bis zu 2,5 m.)

Die Erfahrungen beim Bau einer ganzen Anzahl von Lichtspieltheatern haben gezeigt, daß einerseits die Herstellung einer derartig abgeschlossenen Bühne mit verhältnismäßig geringen finanziellen Aufwendungen möglich ist, daß aber andererseits noch öfter sehr grobe Fehler in bezug auf die Formgebung der Bühnnenöffnung und auch der Lichtvouten gemacht worden sind.



Foto: Klangfilm

Bild 26.
Euronor-Lautsprecher auf der Bühne eines Filmtheaters

Die Oeffnung des Bühnenrahmens muß unbedingt in einem passenden Verhältnis zur Bildfläche gehalten werden, wenn ein guter Eindruck durch die Gesamtwirkung beider Teile entstehen soll. Man kann die Bühnenöffnung unmöglich als sehr langgezogenes Rechteck von geringer Höhe oder aber als sehr schmales Rechteck von großer Höhe ausführen, weil darin die an feste Breiten- oder Höhen-Verhältnisse gebundene Bildwand mehr oder weniger wie ein Fremdkörper wirkt, der nicht recht zur Oeffnung passen will. Der Bühnenrahmen muß den Kontakt mit den Begrenzungslinien der Bildwand ebenso gut herstellen als wie er dazu berufen ist, auch einen wohl proportionierten Uebergang zu den Begrenzungsflächen des Zuschauerraumes zu vermitteln.

Auch die Lichtvouten, die zur Vorhangsanstrahlung bestimmt sind, müssen so ausgeführt sein, daß mit ihnen wirklich auch die ganze Vorhangsfläche zu erfassen ist, und daß nicht etwa nur die Randpartien angestrahlt werden, während sich in der Vorhangsmitte ein mehr oder weniger stark ausgeprägter Schattenfleck ausbildet. D. h. m. a. W. die Lichtvoute muß einen genügend großen Abstand (0,6 bis 1,5 m) von der Vorhangsfläche erhalten oder aber es muß mit besonders stark streuenden Einzelstrahlern gearbeitet werden, die sich allerdings in der Anschaffung etwas teuer stellen.

Farbige Anstrahlungen endlich können nur dann zur vollen Wirksamkeit gebracht werden, wenn der Vorhang eine entsprechende Grundfärbung besitzt, die eine Farbveränderung durch Anstrahlung möglich macht. Hellgraue, silberne oder hellere Goldtöne eignen sich hierzu am besten.

Es ist also eine jederzeit dankbare Aufgabe, sich bei Neubau oder Umbau eines Theaters gerade der Gestaltung dieser Teile des Zuschauerraumes besonders anzunehmen und Formen zu finden, die immer wieder von Neuem auf den Besucher des Theaters einen angenehmen Eindruck machen.

Bedenke, daß des Kunden Blick
Meist wohl in Richtung Bühne gleitet!
Versuche darum mit Geschick,
Daß guten Eindruck sie bereitet!

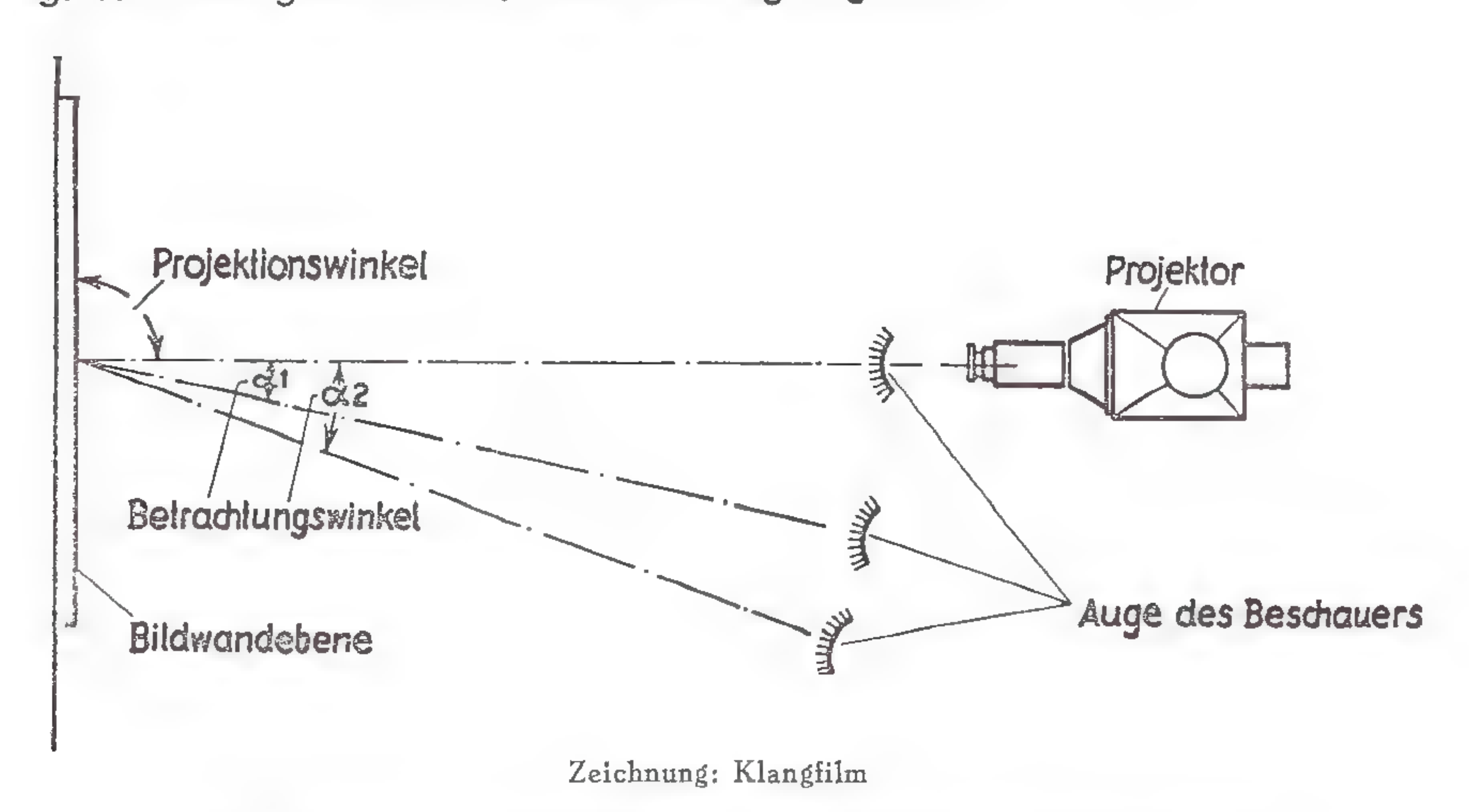
Welche Bildwand ist die richtige?

Ebenso wichtig, wie die richtige Abgrenzung einer Bildwand ist auch die richtige Auswahl derselben in bezug auf ihre optischen Eigenschaften. Gerade hier das richtige zu treffen, ist für den Theaterbesitzer oft schwer, weil er in vielen Fällen nicht selbst beurteilen kann, welches der auf dem Markt zu erhaltenden Fabrikate nun das für sein Theater geeigneteste ist. Die nachfolgenden Betrachtungen sollen dazu beitragen, diese Frage zu klären. Die heute auf dem Markt befindlichen Bildwände kann man nach ihrem Verhalten bei der Rückstrahlung des vom Bildwerfer auf sie geworfenen Lichtstromes in 3 Hauptgruppen unterteilen und zwar:

1. zerstreut (diffus) zurückstrahlende Bildwände.
2. gerichtet zurückstrahlende Bildwände
   a) Wände mit Metallanstrich (Silberwände).
   b) Wände mit Glassplitter oder Glasperlenauflage.
3. Wände, die als Zwischenstufen zwischen den unter 1 und 2 genannten Formen gelten können.

Bei der Auswahl einer Bildwand ist die Größe des in dem Theater in Frage kommenden größten seitlichen Betrachtungswinkels wesentlich. Alle Bildwände strahlen bekanntlich ja das vom Bildwerfer auf sie geworfene Licht am besten in der Richtung zurück, die der Richtung des auffallenden Lichtes entspricht. Wenn man aus der Verbindungslinie des Objektives mit der Bildwandmitte nach den Seitenplätzen des Zuschauerraumes geht, ergibt sich eine Aenderung der zurückgestrahlten Helligkeit, die um so stärker ist, je größer dabei der Betrachtungswinkel wird. Bei diffus streuenden Bildwänden ist diese Helligkeitsabnahme jedoch verhältnismäßig gering. Der Grund hierfür ist in dem Umstand zu suchen, daß ein Lichtstrahl, der auf ein kleines Flächenstück der Bildwand fällt, nach allen Seiten in fast gleicher Stärke zurückgestrahlt wird.

Derartige Bildwände geben also auch bei der Betrachtung von Seitenplätzen sehr breiter Zuschauerräume einen noch in allen Teilen des Bildes sehr gleichmäßig verlaufenden Helligkeits-Eindruck. Sie sind daher immer für Theater zu empfehlen, wo die Zuschauer die Bildwand unter sehr verschiedenen Winkeln betrachten und wo auf möglichst gleiche Helligkeit für alle Plätze Wert gelegt wird.



Zeichnung: Klangfilm

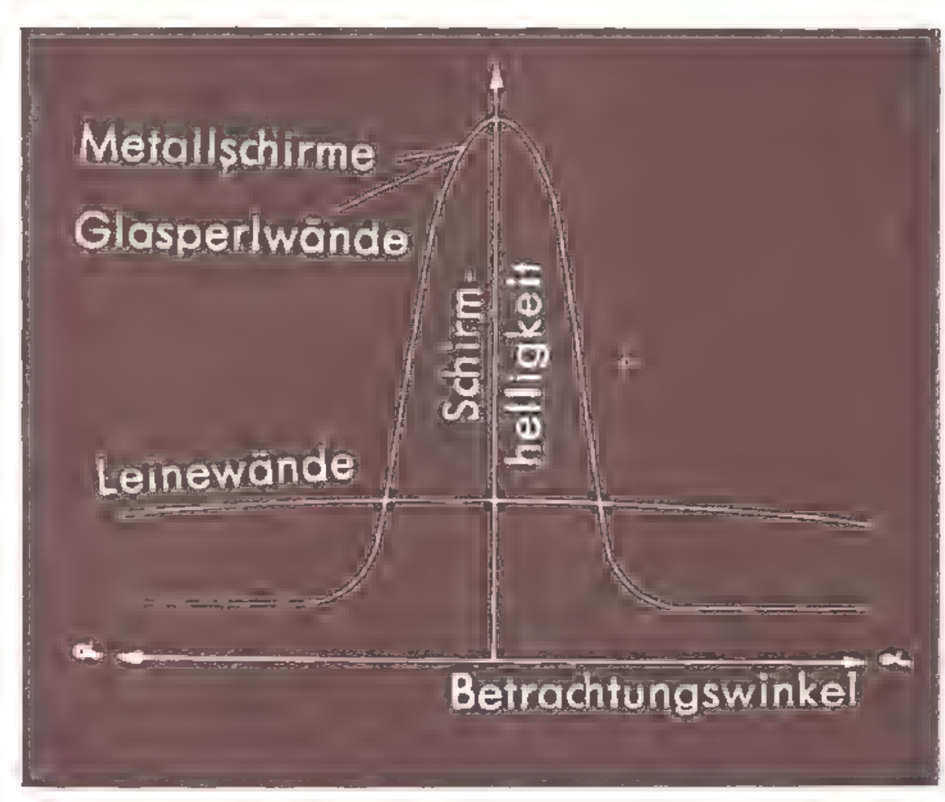
Bild 27. Darstellung des veränderlichen Betrachtungswinkels bei Bildwänden

Bei den unter 2 genannten, gerichtet zurückstrahlenden Bildwänden, zu denen alle Metallwände gehören, ist der Helligkeitsabfall bei seitlicher Betrachtung außerordentlich viel größer als bei zerstreut zurückstrahlenden Bildwänden. Sie geben jedoch bei Betrachtung aus der Richtung des auf sie fallenden Lichtstrahles einen sehr viel größeren Helligkeits-Eindruck. Im Gegensatz zur diffus streuenden Bildwand haben sie mehr die Eigenschaft eines Spiegels. In nicht zu breiten Theatern ist man daher in der Lage, durch geringeres oder stärkeres Neigen der spiegelähnlichen Bildwandfläche den Rückstrahlungskegel der Bildwand so zu lenken, daß möglichst viele Zuschauer innerhalb des Rückstrahlungskegels die Bildwand sehen und dabei einen sehr guten Helligkeits-Eindruck erhalten. Gerade wegen dieser Eigenschaften wird sich ihre Verwendung nur auf sehr schmale und langgestreckte Theater beschränken, weil bei breiter Anordnung des Zuschauerraumes der Helligkeits-Eindruck, den die Zuschauer von den Seitenplätzen erhalten, bedeutend geringer ist, als er z. B. bei Anwendung einer diffus streuenden Bildwand für die gleichen Plätze erzielt werden würde.

Im Gegensatz zu den Wänden mit Metallanstrich haben die reinen Glasperlwände nicht die Eigenschaft, durch Neigen der Bildwand eine größere Anzahl lichtbegünstigter Plätze zu schaffen. Das auf sie auftreffende Licht wird im allgemeinen in der Richtung zurückgestrahlt, aus welcher es kommt. Derartige Wände werden also vorzugsweise dort Anwendung finden, wo der Vorführungsraum des Theaters im untersten

Stockwerk liegt, der Projektionsstrahl dicht über den Köpfen der Zuschauer nach der Leinwand verläuft und wo kein Rang im Theater angeordnet ist.

In letzter Zeit wurden jedoch auch Glasperlwände hergestellt, die eine diffus streuende Grundschicht besitzen. Diese Art von Bildwänden kann infolge ihres besseren Streuungsvermögens auch in Theatern mit nicht allzu hohem Rang Verwendung finden, sofern der vom Bildwerfer ausgehende Projektionskegel unterhalb des Ranges verläuft. Zusammenfassend kann man sagen, daß die Auswahl einer brauchbaren Bildwand für gegebene Theaterverhältnisse durchaus nicht leicht ist und daß hierbei nach Möglichkeit die von den Lieferfirmen zu erhaltenden Angaben über Streuwinkel und Lichtwirkungen ihrer Fabrikate genauestens berücksichtigt werden müssen, wenn man die günstigste Bildwandart für die in einem Theater sonst festliegenden Verhältnisse des Zuschauerraumes ermitteln will. Es ist immer zu empfehlen, eine diffus streuende Bildwand zu wählen, wenn auf möglichst gleichmäßige Bildhelligkeit für alle Zuschauer Wert gelegt wird und lieber auf eine gerichtet reflektierende Wand zu verzichten, als mit ihrer Anwendung einen kleineren Teil der Zuschauer zu bevorzugen, dafür aber andere erheblich zu benachteiligen. In Theatern, in denen unter sehr schrägen Projektionswinkeln vorgeführt wird, dürfte ohnedies nur bei Verwendung einer gut streuenden Bildwand für alle Plätze eine genügende Gleichmäßigkeit des Helligkeits-Eindruckes erreicht werden können, so daß sich die Verwendung der übrigen Bildwandarten in der Praxis meist nur auf ganz besonders liegende Fälle beschränkt, dort allerdings auch nennenswerte Vorteile mit sich bringen kann. Daß alle Bildwände einer sorgfältigen Pflege bedürfen, wenn ihr Reflexionsvermögen auf lange Zeit gleichmäßig erhalten werden soll, bedarf keines besonderen Hinweises. In dieser Beziehung leistet ein Staubvorhang, welcher bei Nichtbenutzung vor die Wand gezogen wird, gute Dienste. Im übrigen ist peinliche Sauberhaltung des Raumes vor und hinter der Bildwand das beste Mittel, die Bildwand vor allzu schneller Verstaubung zu schützen.



Zeichnung: Klangfilm

Bild 28. Reflexionseigenschaften verschiedener Bildwandarten in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel

Nicht jede Bildwand gibt an allen Plätzen,
Den Eindruck gleicher Helligkeit. — — —
Willst einmal Du die Wand ersetzen,
So laß Dir bei der Wahl der „Neuen" Zeit. — —
Beachte: „Eigenschaft, Anwendungsform und Art",
Dann bleibt viel Aerger Dir erspart! — — —

Beschaffenheit und Anlage der Bildwand-einrahmung

Man sieht leider noch zu oft in Filmtheatern Bildwände, deren Einrahmungen den Zweck einer sauberen Abgrenzung und der Abdeckung aller nicht mehr scharf abgebildeten Randpartien des projizierten Filmbildes nur sehr mangelhaft erfüllen. Der Gesamteindruck, den eine derartige Bildwand dem Auge des Beschauers vermittelt, ist wenig erfreulich.

Wie soll nun aber eine richtig ausgeführte Bildwandeinrahmung beschaffen sein? Zunächst soll sie ja ganz allgemein, wie der Begriff schon ausdrückt, den passenden Rahmen zum Bilde ergeben. Diese Forderung kann sie aber nur dann erfüllen, wenn:

1. die Einrahmung sicher alle Randüberstrahlungen des Bildes nach außen auffängt und ihre Breite in einem angemessenen Verhältnis zu der abzugrenzenden Bildfläche steht,
2. das verwendete Material geeignet ist, die ihm bei der Abgrenzung gestellten Aufgaben zu erfüllen,
3. die Rahmenkanten die Bildwand derart eingrenzen, daß auch unscharfe Randpartien des Projektionsbildes nicht mehr sichtbar werden.

Die Forderung unter 1 ist mit Bestimmtheit dann erfüllt, wenn, wie Erfahrungswerte zeigen, die Mindestbreite des Abdeckrahmens nicht kleiner als $^1/_{15}$ der Bildbreite gewählt wird. Für eine zugleich erstrebte angenehme Wirkung des Rahmens empfiehlt sich, die Rahmenbreite größer, also etwa zu $^1/_{10}$ der Bildbreite, zu wählen.

Um der unter 2 genannten Bedingung zu genügen, muß das zur Herstellung der Einrahmung verwendete Material in erster Linie aus einem tiefschwarzen und stumpfen, also nicht glänzenden Stoff bestehen, welcher das auf ihn auftreffende Bild so vollkommen wie möglich absorbiert und deshalb nicht zurückstrahlt. Hierzu eignen sich in erster Linie mattschwarze und samtartige Stoffe. Einrahmungen aus schwarz eingefärbtem Leinenstoff oder ähnlichen Webstoffen sind abzulehnen, weil sie schon nach kurzer Zeit eine grauschwarze Farbe annehmen und mehr oder weniger Licht reflektieren, also den Zweck einer scharfen, lichtschluckenden Randabgrenzung dann nicht mehr erfüllen.

Wie aber ist nun die Einrahmung vor der Bildwand anzubringen, um der Bedingung unter Punkt 3 zu genügen, d. h. alle Stellen der Bildwand abzudecken, an welchen noch Unschärfen des Bildes erwartet werden können, ohne daß hierbei mehr von der nutzbaren Bildfläche verdeckt wird, wie zur Erfüllung dieser Voraussetzung unbedingt nötig ist.

Bei schon eingerichteten Filmtheatern sind die Grenzlinien der Randunschärfen durch Aufprojektion eines Filmbildes leicht zu ermitteln, so daß man hier weitere Hilfsmittel zu deren Festlegung entbehren könnte. Es ist aber sehr oft von Wert, wie z. B. bei Renovierungen und Neubauten, die genaueren Maße der Bildwandumgrenzung im Voraus zu kennen und festzulegen, damit die Herstellungsarbeiten für Bildwand, Bildwandrahmen und Bildwandeinrahmung unabhängig vom Fortgang



Bild 29. Bildwand-Einrahmung mit abgerundeten Ecken

Foto: Klangfilm

anderer Einrichtungsarbeiten durchgeführt werden können. Hier kommt nur eine auf rechnerischer Grundlage durchzuführende Methode in Frage, die aber den Vorteil hat, daß sie mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit zum gewünschten Ergebnis führt. Da man die prozentuale Randunschärfe, die bei der Projektion eines Filmbildes entsteht, annähernd berechnen kann und auch die Umstände kennt, welche eine weitere Einengung des Bildes erforderlich machen (z. B. Schrägprojektionen und Projektionen unter seitlichem Winkel), so läßt sich unter Berücksichtigung dieser Einflüsse eine Berechnungsformel für die Rahmendimensionen aufstellen. Wir wollen uns ihre genaue Begründung und Ableitung hier ersparen. Für die Praxis genügt es, zu wissen, daß sie zu richtigen und zuverlässigen Werten führt, die keiner Korrektur unterworfen werden müssen.

Nach der Brennweitenformel ist die Breite (B) einer bei festliegender Projektionsentfernung (E) und bekannter Objektivbrennweite (f) maximal auszuleuchtenden Bildfläche:

$$B = \frac{\text{Projektionsentfernung } E \times \text{Bildfensterbreite } b}{\text{Brennweite } f} = \frac{E \times 20{,}9}{f}$$

und die Höhe der auszuleuchtenden Bildfläche:

$$H = \frac{\text{Projektionsentfernung } E \times \text{Bildfensterhöhe } h}{\text{Brennweite } f} = \frac{E \times 15{,}2}{f}$$

wobei die eingesetzten Zahlenwerte die Normmaße b = 20,9 mm und

h = 15,2 mm eines Bildfensters nach internationalem Bildformat darstellen. Die Größe des durch die Bildwandeinrahmung abzudeckenden Teiles der so bestimmten Bildfläche hängt, wie schon gesagt, von der bei Schrägprojektionen entstehenden Verzeichnung des Filmbildes und von der durch die Scharfeinstellung des Objektives auf die Ebene des Filmbildes entstehenden unscharfen Abbildung der Bildfensterkanten ab. Wenn man diese Faktoren in der Brennweitenformel nun dadurch berücksichtigt, daß man sie prozentual auf die Größe des Bildfensters bezogen, von den Bildfenstermaßen absetzt und die so verkleinerten Werte in die Brennweitenformel an Stelle der Normmaße einsetzt, so erhält man die Abmessungen des Bildflächenausschnittes, welcher mit größter Annäherung an die praktisch auftretenden Verhältnisse frei von Randverzerrungen und Randunschärfen ausgeleuchtet wird.

In der nachstehenden Tabelle sind die verkleinerten Werte für b und h des Bildfensters für die verschiedenen Projektionsverhältnisse niedergelegt.

Projektionsverhältnisse	bei Objektiv-Brennweiten	Maßzahl für b	Maßzahl für h
Senkrechte Projektion auf die Bildwand bzw. ganz kleine Neigungswinkel	über 100 mm	19,85	14,15
	zwischen 75 100 mm	19,75	14,05
Schräge Projektion bis 5° Neigung nach oben oder unten	über 100 mm	19,65	13,95
	zwischen 75 100 mm	19,60	13,90
Schräge Projektion über 5° Neigung nach oben oder unten	über 100 mm	19,50	13,80
	zwischen 75 100 mm	19,40	13,70

Ein Beispiel möge den Gang einer Vorausberechnung für eine Bildwandeinrahmung erläutern:

Vorhanden ist ein Objektiv von f = 90 mm Brennweite
die Projektionsentfernung betrage E = 18 m,
der Neigungswinkel 3°

Das Maß für die Bildwandeinrahmung wird dann:

$$B\ \text{Rahmen} = \frac{18\ .\ 19{,}60}{90} = 3{,}92\ \text{m}$$

$$H\ \text{Rahmen} = \frac{18\ .\ 13{,}90}{90} = 2{,}78\ \text{m}$$

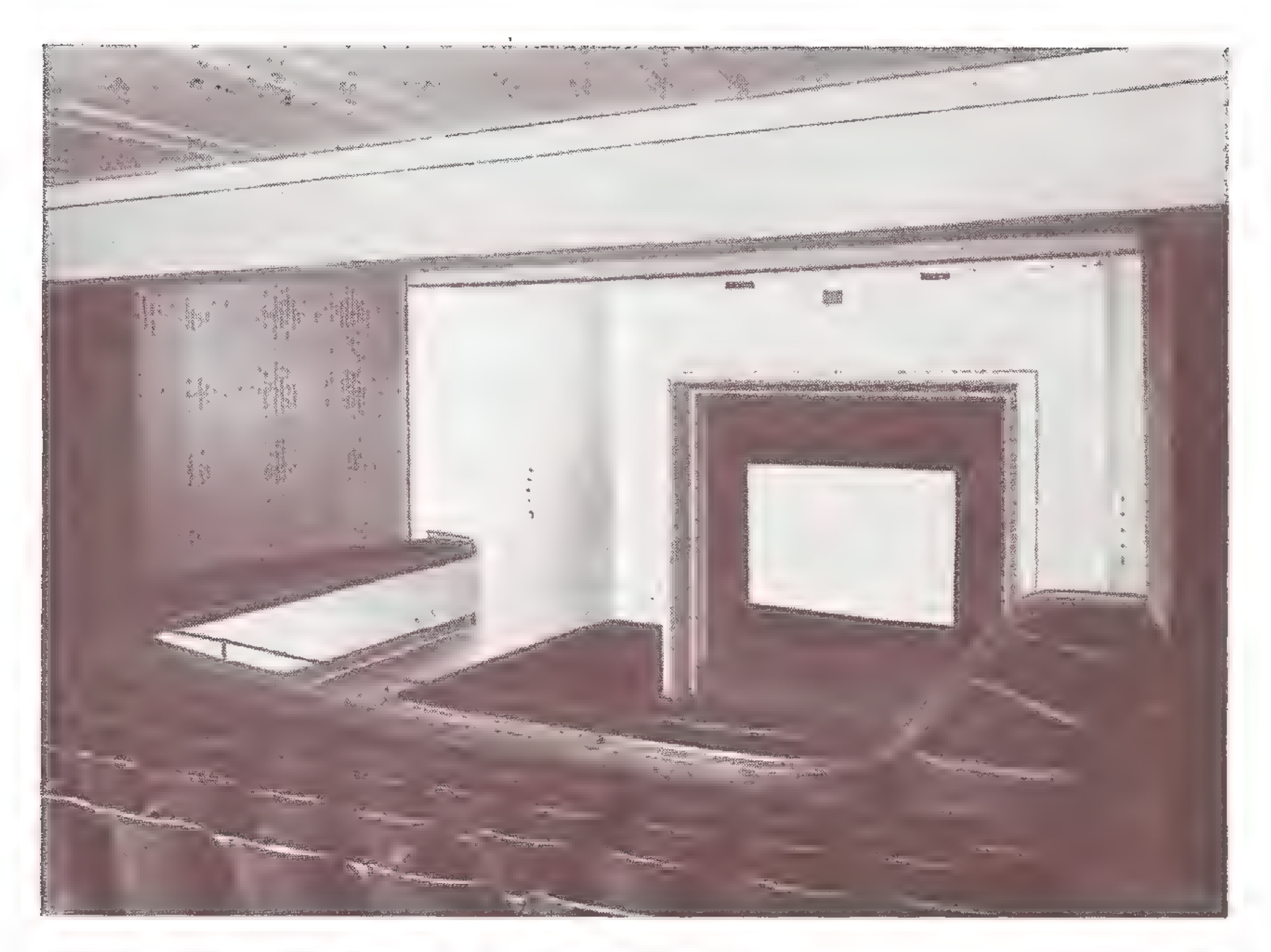


Bild 30. Bildwand-Einrahmung mit rechtwinkeligen Ecken Foto: Klangfilm

Die frei von Randverzerrungen und Randunschärfen auszuleuchtende Bildfläche ist also im vorliegenden Falle 3,92 x 2,78 m groß, während die nach der Brennweitenformel mit den Normmaßen errechnete maximal ausgeleuchtete Bildfläche eine Größe von 4,18 x 3,04 m haben würde.

Die aus Fabrikationsgründen bedingte Abrundung der Ecken des Bildfensters, welche nach dem Normblatt höchstens einen Radius von 0,5 mm haben darf, meist aber noch unter diesem Wert gehalten wird, ist in den Maßzahlen der Tabelle mit berücksichtigt worden. Bei der praktischen Ausführung von Bildwandeinrahmungen findet man sowohl Rahmen mit abgerundeten Ecken als auch solche, bei denen die Rahmenkanten rechtwinklig aufeinanderstoßen. Bei einer nach den vorhergehenden Gesichtspunkten hergestellten Bildwandeinrahmung kann sowohl die rechtwinklige Form als auch die Form mit abgerundeten Ecken gewählt werden, d. h. die errechneten Werte gelten für beide Fälle. Eine nach diesen Gesichtspunkten praktisch ausgeführte Bildwandeinrahmung wird stets einen günstigen Gesamteindruck bei dem Beschauer erwecken, ohne jedoch mehr von dem Bild abzuschneiden, als zur Erzielung eines in allen Teilen scharf wiedergegebenen Filmbildes notwendig ist. Es lohnt sich daher schon, sich der kleinen Mühe einer Vorausberechnung der Bildwandeinrahmung zu unterziehen.

Der Rahmen, der die Bildwand ziert,
Ist Blickfang für die Augen Deiner Kunden!
Hast Du ihn richtig ausgeführt,
Wird auch das Bild am Rand für gut befunden!

Von Tonaufzeichnungen und ihrer Entstehung

Man neigt im Zeitalter der Technik sehr leicht dazu, die Tatsache der mechanischen oder fotografischen Aufzeichnung eines Tones auf einem hierzu geeigneten Schallträgermaterial als etwas nun einmal Gegebenes hinzunehmen und als selbstverständlich zu betrachten. Wieviel unermüdliche und sich über fast $1^1/_2$ Jahrhunderte hinaus erstreckende Forschungs- und Erfinderarbeit war aber notwendig, bis das heute auf dem Gebiet der Aufzeichnung von Tonschriften Erreichte möglich geworden ist. Schon im Altertum bemühte man sich um die Erfindung ähnlicher Geräte ohne jedoch dabei zu nennenswerten Resultaten zu gelangen. — Erst im Ablauf des vorigen und zu Anfang unseres Jahrhunderts, welches auch auf vielen anderen Gebieten neue wissenschaftliche Erkenntnisse mit sich brachte, führten die Versuche zur Aufzeichnung von Schall- und Schwingungsvorgängen zu brauchbaren Ergebnissen. Mit der Erforschung eines großen Teiles der in dieses Gebiet einspielenden physikalischen Vorgänge sind die Namen und Arbeiten einer ganzen Reihe von Erfindern und Forschern, wie Weber, Hertz, Gauß, Siemens, König, Edison, Bell, Berliner, Johnsson, Tainter, Poulsen, Ruhmer, Lauste, Berglund und endlich Meßter, Vogt, Engl und Massolle rühmlichst für alle Zeiten eng verbunden.

Ohne die von unerschütterlichem Eifer und unter oft härtesten Lebensbedingungen und unvermeidlichen Rückschlägen von diesen Männern geleistete Pionierarbeit wäre der heutige Tonfilm, wie überhaupt allgemein die Aufzeichnung von Sprache und Musik auf Schallträger ebenso wenig denkbar, als ohne die von unzähligen — hier nicht namentlich anzuführenden — Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern weiter fortgesetzte Entwicklungsarbeit an den für die Herstellung solcher Aufzeichnungen erforderlichen, so überaus sinnreich und in höchster Feinarbeit geschaffenen optischen, fotochemischen, mechanischen und elektrischen Einrichtungen unserer heutigen Tonfilmtechnik.

Wie wird nun eine Schallaufzeichnung beim Tonfilm, insbesondere beim Lichttonfilm hergestellt? — Wir wissen, daß ein für uns hörbarer Ton dann entsteht, wenn ein schwingungsfähiger Körper — etwa eine Klavierseite oder eine Glocke — mechanisch angestoßen wird und hierdurch in Schwingungen gerät. Durch Anstoß der den Körper umgebenden Luftteilchen werden hierbei Druckänderungen in der Luftsäule hervorgerufen, die sich weiter fortpflanzen und, wenn sie auf das Trommelfell unseres Ohres treffen, den Gehörnerven diese Druckänderungen als Ton vermitteln.

Genau wie das Trommelfell des menschlichen Ohres ist auch das zur Aufnahme eines Tongebildes geschaffene Mikrofon auf derartige Schalldruckänderungen empfindlich. Seine Membrane wird durch die Schallschwingungen angestoßen und erzeugt in dem an das Mikrofon angeschlossenen Stromkreis Zustandsänderungen elektrischer Art, die wir als schnell aufeinanderfolgende Spannungschwankungen oder elektrische Schwingungen bezeichnen wollen. Diese allerdings noch sehr schwachen Spannungsschwankungen werden nach einer tausend- bis

millionenfachen elektrischen Verstärkung einem sogenannten Lichtsteuerorgan zugeführt, welches die elektrischen Schwingungen in schnell aufeinanderfolgende Lichtschwankungen oder aber durch einen hin- und herpendelnden Spiegel in einen bewegten Lichtstrahl umwandelt. Mit Hilfe von außerordentlich sinnreich zusammengebauten optischen Systemen wird das derart gesteuerte Licht dann auf die Tonspur eines Filmbandes projiziert und erzeugt auf fotografischem Wege die nach Entwicklung des Filmes sichtbare negative Tonaufzeichnung.

In einem aufzuzeichnenden Klangbild sind alle für uns hörbaren Tonfrequenzen von etwa 30—10 000 Schwingungen je Sekunde enthalten. Für die Aufzeichnung dieser Tonfrequenzen stehen beim Tonfilm bei einer Bildgeschwindigkeit von 24 Bildern genau 45,6 cm Filmlänge je Sekunde zur Verfügung. Das bedeutet, daß die kleinsten vorkommenden Schriftzeichen eine Größenordnung von 456 Millimeter : 10 000 Schwingungen, also etwa von vier Hundertstel Millimetern erreichen können. Um eine saubere Trennung der unmittelbar benachbarten Zeichen zu erhalten, wird die Tonschrift durch einen aus den Lichtsteuerorgan austretenden Lichtstrahl hervorgerufen, dessen Dicke in der Praxis nur etwa ein bis zwei Hundertstel Millimeter beträgt und dessen größte Länge je nach der Art der Tonaufzeichnung zwischen 1,8 und 2,5 mm Tonspurbreite liegt.

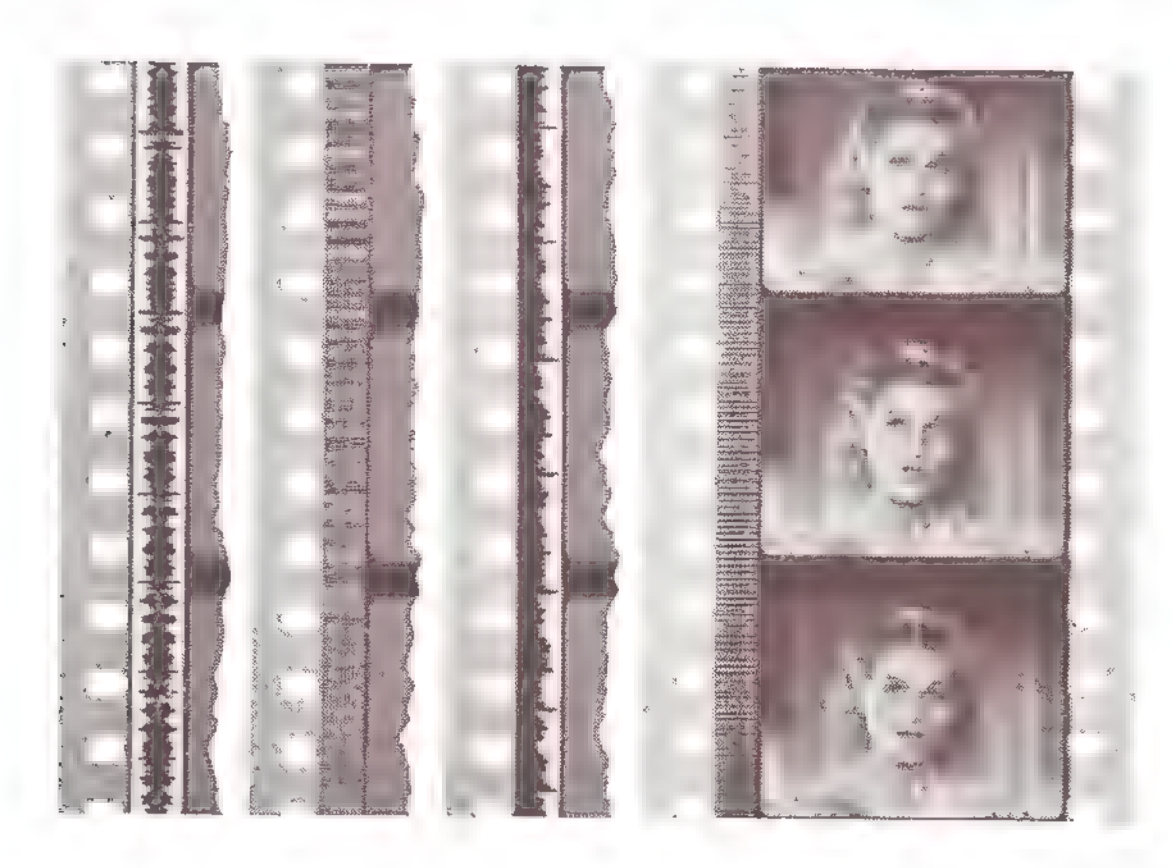


Foto: Klangfilm

Bild 31. Verschiedene in der Tonfilm-Wiedergabe benutzte Tonschriften. — Von rechts nach links: Sprossenschrift, Einzackenschrift, Doppelzacken-Vielzackenschrift und Doppelzackenschrift ohne Klarton-Abdeckung

Je nachdem, wie nun die Umwandlung der elektrischen Schwingungen im Lichtsteuerorgan vor sich geht, entstehen für ein und dasselbe vom Mikrofon aufgenommene Klanggebilde recht verschiedenartig aussehende Tonschriften. Für unsere Betrachtung genügt es, wenn wir unter Intensitäts- oder Sprossenschriften und Ein-, Doppel-, Mehr oder Vielzackenschriften unterscheiden. Eine ganze Reihe der möglichen Schriftarten ist in erster Linie für die Aufnahme des im Atelier benutzten Primär-Tonbandes von Bedeutung, da jede Schriftform ganz besondere Eigenschaften aufweist, die ihre Anwendung in bestimmten Fällen empfehlenswert erscheinen läßt. Auf den von den Primär-Tonbändern durch Umspielen, in besonderen Fällen auch durch Kontaktkopie gewonnenen Positivkopien für die Wiedergabeseite findet man jedoch meist nur 4 Schriftarten. Seltener wird die Einzacken- und die Sprossenschrift,

häufiger die Vielzackenschrift, am meisten aber wohl die doppelseitige Einzackenschrift, auch kurz Doppelzackenschrift genannt, zur Anwendung gebracht. Diese Schrift kann zugleich noch mit der sogenannten Klarton-Steuerung nach dem Eurocord-Verfahren (System Tobis-Klangfilm) aufgezeichnet werden. Beim Klarton-Verfahren werden durch beiderseitige Abdeckung alle Teile der Tonspur, die nicht von Schriftzeichen ausgefüllt sind, so abgeblendet, daß sie in der Positivkopie stark geschwärzt und lichtundurchlässig erscheinen. Es wird also die Abtastung der sonst als Grundgeräusch hörbaren feinen Silberkörnung der fotografischen Schicht im Umfang der zur Abdeckung kommenden Stellen der Tonspurbreite vollständig unterbunden.

Wegen des auf diese Weise stark unterdrückten Rauschens einer Tonkopie ist es möglich, leiseste Musik oder geflüsterte Sprechszenen mit sehr kleinen Schriftzeichen — also nur auf einem sehr schmalen Teil der Tonspur — unterzubringen. Für die Aufzeichnung größter Lautstärken steht dann eine genügend große Reserve über die gesamte Tonspurbreite zur Verfügung, d. h. man kann das Verhältnis von leisester Aussteuerung bis zur lautesten, überhaupt unterzubringenden Aussteuerungs-Amplitude auf ein mehrfaches des Verhältnisses steigern, als es bei Tonschriften ohne Klartonabdeckung möglich ist. Die so erreichte Erhöhung des Lautestärke-Umfanges einer Tonaufzeichnung bezeichnet man als gesteigerte Dynamik oder auch als Dynamikerweiterung.

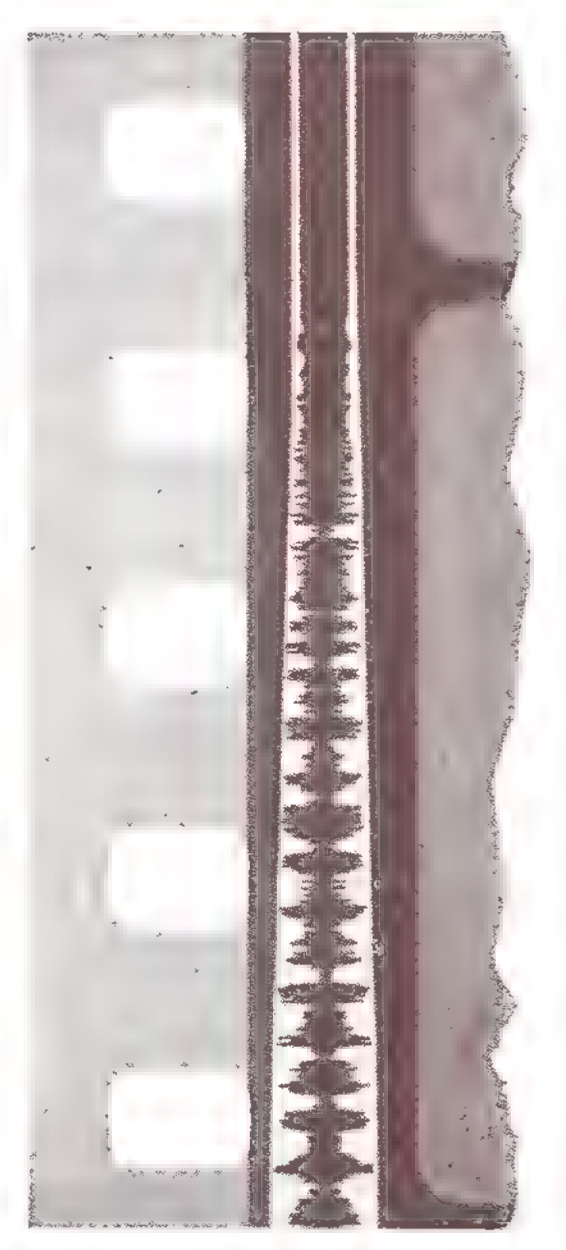


Bild 32. Eurocord-Doppel-Einzackenschrift mit Klarton-Abdeckung (System Tobis-Klangfilm) Foto: Klangfilm
oben: ungesteuerte Ruhetonspur
unten: größte Aussteuerung

Die auf den Eurocord-Apparaturen (System Tobis-Klangfilm) aufgenommene Tonschrift, auch Eurocordschrift genannt, hat eine recht erhebliche Steigerung der Klanggüte bei der Wiedergabe von Tonfilmen gebracht. Sie fordert aber Wiedergabe-Einrichtungen, die einer solchen Gütesteigerung gewachsen sind und die nötigen Verstärkungsreserven, Verstärkerausgangs-Leistungen und entsprechend aufgebaute und bemessene Lautsprecher besitzen. In Berücksichtigung dieser Forderung wurde vor einigen Jahren eine neue Serie von Tonfilmwiedergabe-Einrichtungen von der Klangfilm G. m. b. H. auf den Markt gebracht, die als „Klarton-Serie" bezeichnet wird und die in ihren einzelnen Bauteilen so bemessen ist, daß diese den aus dem Klarton-Prinzip an sie gestellten Anforderungen in vollem Umfange entsprechen.

Die Tonschrift eilt in schnellem Lauf
Durch das Gerät, oft flüchtig nur beachtet. —
Ein Meisterwerk tut sich uns auf,
Wenn man sie einmal mit Bedacht betrachtet! —

Wie arbeitet eine Fotozelle?

Ein interessanter und wichtiger Teil in jeder Tonfilm-Wiedergabe-Einrichtung ist die Fotozelle. Und gar oft gerät sie in den Verdacht, daß sie an einer eingetretenen Störung in der Apparatur die Schuld trägt oder defekt ist. Um sich über die Arbeitsweise einer Fotozelle und die Möglichkeit ihrer Mitbeteiligung an einer Störung ein Urteil bilden zu können, ist es deshalb von Wert, sich einmal genaue Rechenschaft über die Vorgänge in der Fotozelle zu geben.

Die meisten in der Praxis gebräuchlichen Fotozellen bestehen in der Regel aus drei hauptsächlichen Bauteilen, nämlich einem Glaskörper, einer in ihn hineinragenden Drahtschleife und der auf einer Innenseite des Glaskörpers befindlichen lichtempfindlichen Schicht, die als hauchdünner Niederschlag eines Edelmetalls, etwa aus Caesium, Barium, Natrium, Kalium oder Thorium oder auch aus Mischungen dieser Metalle hergestellt wird. Derartige Metalle haben die Eigenschaft, bei auffallendem Licht ihren elektrischen Widerstand zu verändern oder sogar kleinste, negativ geladene Elektrizitätsteilchen aus ihrer Oberfläche austreten zu lassen. Der hochevakuierte, also luftleere Glaskörper erhält meist noch eine Füllung mit einem stark verdünnten Edelgas, was, wie wir sehen werden, die Wirkungsweise der Zelle wesentlich unterstützt.

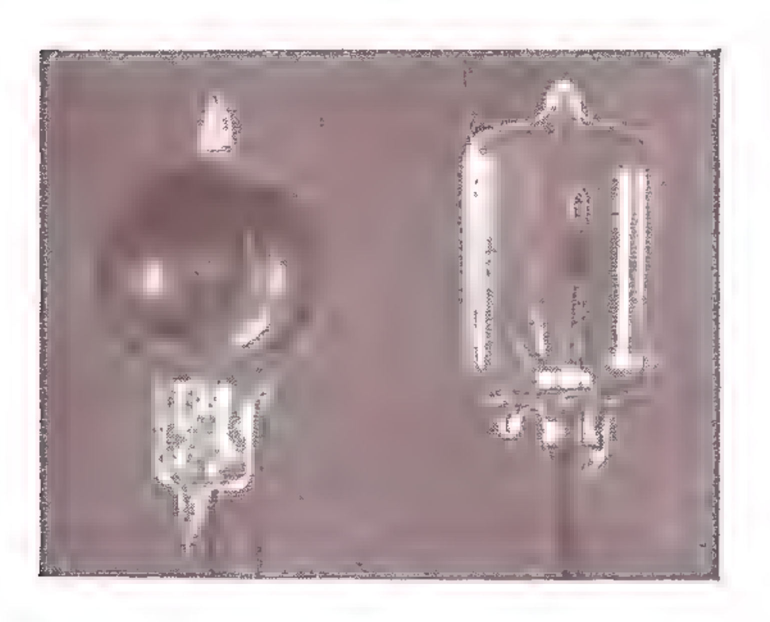


Bild 33. Fotozellen in Kugel- und Zylinderform (System Patin)

Was geschieht nun, wenn eine solche Zelle betriebsmäßig angeschlossen wird? — Es ist dann das Drahtgitter mit einer vom Verstärker gelieferten positiven Spannung, der sogenannten Saugspannung, verbunden, während die Edelmetallschicht an dem negativen Pol der Verstärkereinrichtung (Erdklemme) angeschlossen ist. Beim Auftreffen von Lichtstrahlen auf die Edelmetallschicht treten negativ geladene Elektronen aus dieser Schicht aus, die von dem stark positiv geladenen Drahtgitter angezogen werden und auf dieses zueilen. Unterwegs treffen die Elektronen auf die im freien Raum der Fotozelle schwebenden Gasteilchen, bilden durch Jonisierung dieser Gasatome zusätzliche Elektronen, wodurch ein verstärkter Elektronenfluß zum Drahtgitter zustande kommt.

Auf diese Weise bildet sich also eine elektrisch leitende Brücke zwischen der Edelmetallschicht und dem Drahtgitter aus, über die nun die an dem Drahtgitter liegende positive Spannung einen Strom zum Fließen bringt, der in Richtung vom Drahtgitter zur Metallschicht verläuft. Je nach der Menge des einfallenden Lichtes, also auch der Anzahl der hierdurch aus der Metallschicht austretenden Elektronen, ist der Widerstand, den die Elektronenbrücke dem Stromfluß entgegen-

setzt, kleiner oder größer, so daß der Strom im Rhythmus der Widerstandsänderungen der Brücke schwankt, also zu- oder abnimmt.

Die Zu- oder Abnahme des Stromes entspricht nun direkt der einfallenden Lichtmenge, d. h. man erhält Stromschwankungen, die ein getreues elektrisches Abbild der Lichtschwankungen sind, welche durch die verschieden große Durchlässigkeit der Tonspur eines Tonfilmes beim Vorbeilauf am Lichtspalt der Tonoptik hervorgerufen werden. Im Verstärker werden diese Stromschwankungen dann entsprechend verstärkt und vom Lautsprecher endlich in Schallschwingungen, also Musik und Sprache umgewandelt.

Auf diese verhältnismäßig einfache und doch genial erdachte Weise ist es überhaupt erst möglich geworden, den Tonfilm mit dem uns allen bekannten Tonstreifen auszurüsten und das Licht in den Dienst der Abtastung der auf ihm — ebenfalls wieder durch Lichteinwirkung auf die fotografische Schicht — aufgezeichneten Tonfrequenzen zu stellen. Ohne das Licht als Zwischenglied in der Aufnahme und Wiedergabe von Tonfilmen wäre der heute gebräuchliche Lichttonfilm ebensowenig denkbar, als ohne die so wunderbar durchdachte Fotozelle!

Wer Bildwurfmeister sich will nennen,
Der muß auch jenen Vorgang kennen,
Bei dem an ganz bestimmter Stelle
Das Licht fällt auf die Fotozelle,
Und wie — durch deren Arbeitstrick —
Das Licht sich wandelt in Musik!

Wie lange hält eine Fotozelle?

Diese Frage beschäftigt Vorführer und Theaterbesitzer gleichermaßen. Die Beantwortung ist aber nicht ganz leicht und die Unmöglichkeit, im Theaterbetrieb eine genauere Prüfung von Fotozellen durchzuführen, mag wohl dazu beitragen, daß die Fotozelle sehr oft ungerechterweise in den Verdacht gerät, an einer Tonstörung schuld zu sein.

Wir haben bereits eingehendere Betrachtungen über Bauart und Wirkungsweise einer Fotozelle angestellt und wollen jetzt einmal versuchen, die Möglichkeiten fehlerhafter Betriebserscheinungen dieser Zellen herauszustellen.

Was kann, abgesehen von äußeren mechanischen Beschädigungen, bei einer Fotozelle defekt werden? — In erster Linie kommt die lichtelektrische Schicht für Beschädigungen in Frage, die, wie wir wissen, aus einem hauchdünnen Niederschlag eines Edelmetalles besteht. Durch starke mechanische Erschütterungen des Glaskörpers kann sie ebenso

gut verletzt werden als auch durch plötzlich eintretende stärkere Temperaturunterschiede, wie sie etwa bei Nachlötung gebrochener Anschlußdrähte auftreten könnten. Aber auch bei angelegter, über die Glimmgrenze hinausgehender und daher zu hoch bemessener Saugspannung wird durch die dabei zustande kommende Glimmerscheinung — also durch die zu hohe Strombelastung der Schicht — eine schnelle Zerstörung der Fotozelle herbeigeführt. Endlich kann es vorkommen, daß der Kontakt des eingeschmolzenen Anschlußdrahtes mit der Edelmetallschicht schlecht wird.

Alle diese Möglichkeiten machen sich dann als knackendes, in ungünstigeren Fällen als stark prasselndes Geräusch oder durch völliges Aussetzen der Zelle bemerkbar. Eine anders geartete Erscheinung ist die langsam fortschreitende Alterung der lichtelektrischen Schicht, die sich in der Form äußert, daß die ursprünglich aufgezeigte Lautstärke der Fotozelle mehr und mehr abnimmt. Man kann sich diesen Vorgang etwa so vorstellen, daß sich die Oberfläche der Edelmetallschicht langsam verhärtet und dann dem Austreten von Elektronen immer stärkeren Widerstand entgegengesetzt. Durch das Altern können aber

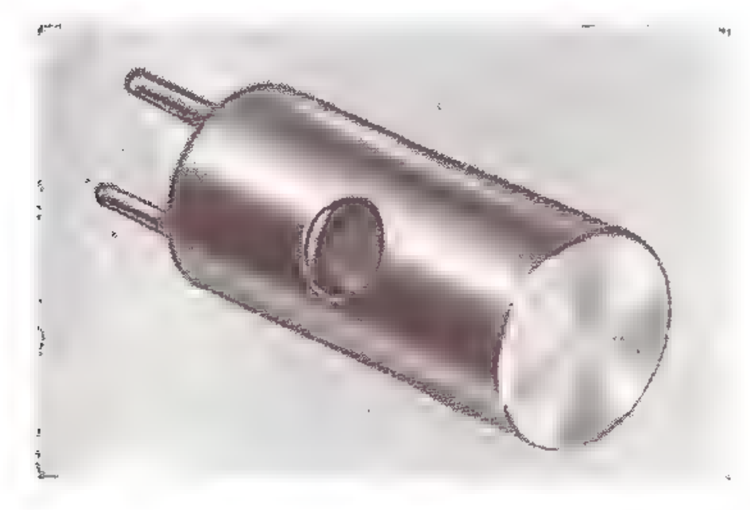


Foto: Klangfilm

Bild 34. Klangfilm-Fotozelle im Gehäuse



Foto: Zeiss Ikon

Bild 35. Zeiss Ikon Fotozelle im Gehäuse

auch Rißbildungen in dieser Schicht hervorgerufen werden, die ebenfalls zu plötzlich auftretenden Lautstärkeverminderungen führen werden, weil ja durch die Rißbildung unter Umständen ein größeres Teilstück der Edelmetallschicht von der Gesamtfläche abgetrennt wird.

Nach diesen angestellten Betrachtungen könnte man den Eindruck haben, daß eine Fotozelle sehr leicht einer ganzen Reihe möglicher Störungen unterworfen ist. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß bei der heute geübten Präzision in der Herstellung solcher Zellen Störungen der anfangs aufgezeigten Art nur selten eintreten und für die Untersuchung der Lebensdauer einer Fotozelle eigentlich nur die Alterungserscheinungen in Betracht zu ziehen sind.

Bei Einhaltung der für einen bestimmten Zellentyp vorgeschriebenen Betriebsspannung, die sich bei neuzeitlicheren Fabrikaten, je nach Ausführung zwischen 90 und 150 Volt bewegt, und unter sonst normalen Betriebsverhältnissen erstreckt sich — wie die Erfahrung zeigt — die Lebensdauer einer Fotozelle auf eine ganze Reihe von Jahren. Fotozellen

geben also in den seltensten Fällen einen direkten Anlaß zu Störungen in Tonfilm-Wiedergabeeinrichtungen. Es ist jedoch nicht gleichgültig, welchen Typ man an einem Verstärker mit fest eingestellter Saugspannung verwendet, da die Auswahl der Zelle, soweit sie sich nach ihren äußeren Abmessungen überhaupt verwenden läßt, sich in erster Linie nach dieser Betriebsspannung zu richten hat. Man wird sich hier zweckmäßig an die von den Lieferfirmen der Verstärker-Einrichtungen vorgeschlagenen Ausführungsformen halten, weil diese Fotozellen auch in der Zusammenarbeit mit dem Fotozellenkabel und der im Verstärker vorgesehenen Eingangsschaltung die besten und genau erprobten Ergebnisse in bezug auf Betriebssicherheit, Lautstärke und frequenzgetreue Arbeitsweise gewährleisten werden.

Befolge stets die Weisung richtig,
Daß beim Betrieb der Fotozelle
Die angelegte Spannung wichtig,
Sonst wird sie leicht zur Störungsquelle! —

Müssen Fotozellen gleiche Lautstärke haben?

Es ist eine weit verbreitete Ansicht, daß eine Fotozelle, die beim Einbau anstelle einer bisher benützten Zelle eine geringere Lautstärke aufweist, schlecht sei und man aus diesem Grunde das Recht auf Lieferung einer anderen Zelle mit größerer Lautstärke herleiten könne. Diese Auffassung ist aber nur dann vertretbar, wenn der Lautstärkeunterschied so beträchtlich ist, daß eine Zusammenarbeit im Ueberblendungsbetrieb mit einer zweiten Fotozelle auch bei Einsatz aller bestehenden technischen Möglichkeiten der Angleichung der Lautstärke nicht erreicht werden kann,, die Fotozelle wahrscheinlich also eine Beschaffenheit aufweist, welche unter der Norm liegt.

Die in der Fabrikation hergestellten Zellen werden alle einer Prüfung auf die Größe des von ihnen abgegebenen Arbeitsstromes unterzogen, der in Millionstel Ampère je Lichteinheit (Mikroampère/Lumen) gemessen wird. Für jede im Bereich der normalen Betriebsspannungen vorausgesetzte Leistung wird eine Höchst- und Mindestgrenze festgelegt, innerhalb welcher der von der zu prüfenden Zelle durchzulassende Arbeitsstrom liegen muß, wenn sie den in der Praxis geforderten Betriebsverhältnissen entsprechen soll (s. Bild 36). Alle Zellen, deren Prüfungsbefund nicht innerhalb dieser festgelegten Grenzwerte liegt, werden von vornherein ausgeschieden.

Wenn es der Zufall will, kann es also einmal vorkommen, daß ein Käufer zweier Fotozellen eine Zelle erhält, deren Arbeitsstrom sehr nahe an der Höchstgrenze liegt, während der Arbeitsstrom der zweiten Zelle sich dicht an der Mindestgrenze bewegt. In einem solchen Falle würde beim Ueberblendungsbetrieb und angelegter gleich großer Saugspannung natürlich die erste Zelle wahrscheinlich eine erhebliche größere Lautstärke aufzeigen als die zweite Zelle.

Um derartige, bei der fabrikmäßigen Herstellung der Fotozellen nicht zu vermeidende Leistungsunterschiede ausgleichen zu können,

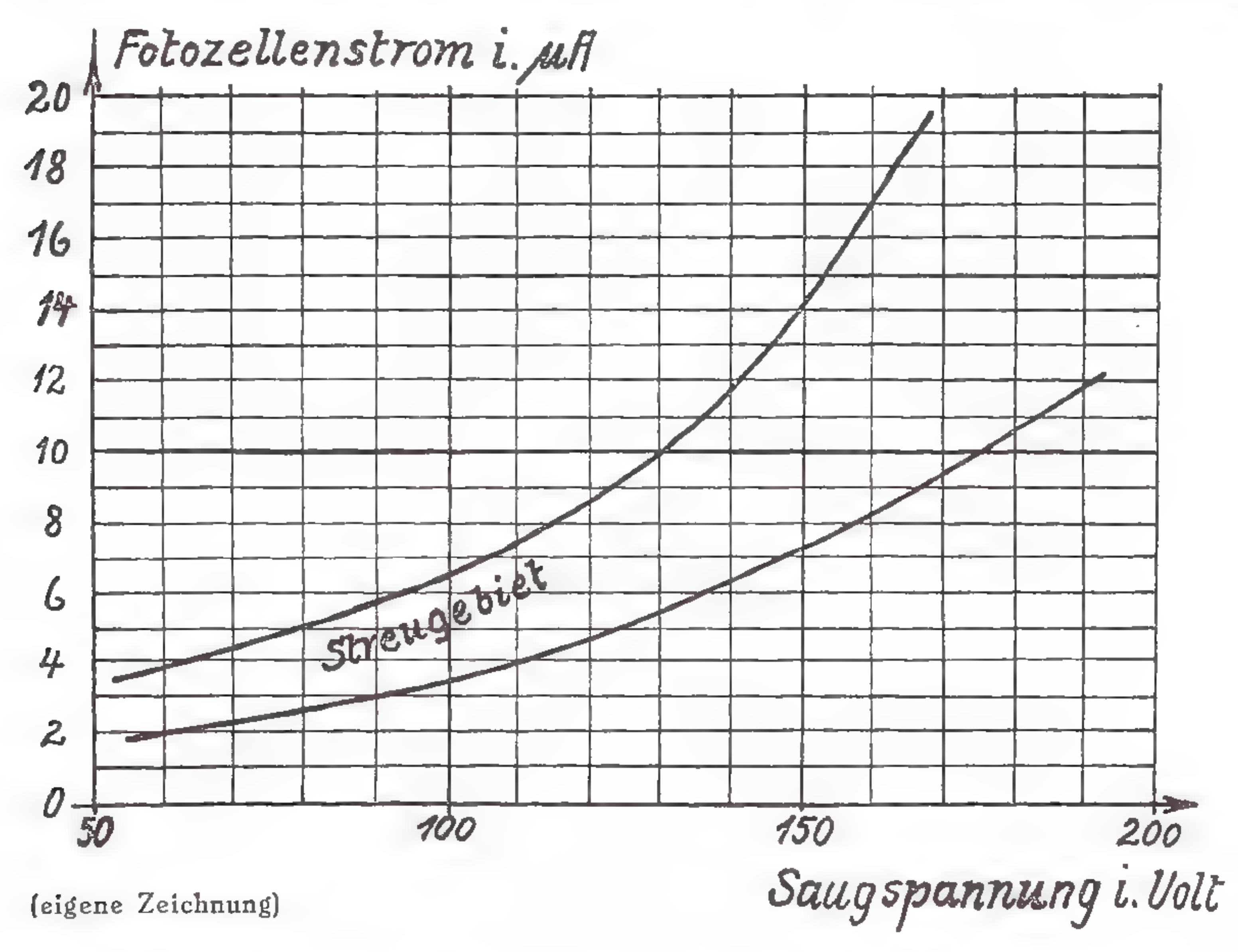


Bild 36. Arbeitsbereich von Fotozellen bei verschiedener Saugspannung

besitzen neuzeitliche Verstärker-Einrichtungen einen Fotozellenausgleichsregler, der eine Aenderung der an die Fotozellen angelegten Saugspannung ermöglicht. Meist arbeitet dieser Regler so, daß bei seiner Betätigung die Saugspannung für eine der angeschlossenen Zellen erhöht, für die zweite dabei zugleich herabgesetzt wird. Auf diese Weise kann der Lautstärkeunterschied beider Zellen sehr einfach und vollständig gegeneinander abgeglichen werden (s. auch Bild 43).

Anders verhält es sich bei Verstärker-Einrichtungen, die nicht über einen solchen Ausgleichsregler verfügen und unter Umständen auch nur einen einzigen Fotozellenanschluß besitzen, an welchem die Fotozellen beider Lichttongeräte gemeinsam angeschlossen werden. Hier läßt sich ein wesentlicher Lautstärkeunterschied nur dadurch beseitigen, daß man die Tonlampen der Lichttongeräte verschieden stark heizt. Man gleicht also hier die Arbeitsströme der Fotozellen durch Regelung des Lichteinfalles auf die lichtempfindliche Schicht gegen einander ab. Diese Methode ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn nur ganz geringe Unterschiede in der Helligkeit der Tonlampen zum Ausgleich erforderlich sind, weil bei stärker unterheizten Tonlampen sehr leicht Ungleichmäßigkeiten in der gleichförmigen Ausleuchtung des Lichtspaltbildes auftreten, die zu Tonverzerrungen Anlaß geben können.

Eine ähnliche Möglichkeit wäre dadurch gegeben, daß man den Lichteinfall auf die Fotozelle durch Abblendung der Fotozellen-Oeffnung

regeln würde. Dies ist aber nur bei Lichttongeräten durchführbar, bei denen hinter der Tonabtaststelle das durch den Film durchgetretene Licht mit Hilfe einer Streuungslinse oder eines Glasprismas stark zerstreut auf die empfindliche Schicht der Fotozelle geworfen wird.

Ganz allgemein betrachtet lassen sich also Lautstärke-Unterschiede von Fotozellen auf recht verschiedene Weise ausgleichen und die meisten Apparaturen besitzen entsprechende Vorrichtungen. Es ist deshalb zulässig und auch bei der fabrikmäßigen Herstellung der Zellen nicht zu umgehen, daß sie in gewissen Grenzen Lautstärke-Unterschiede zeigen, wobei Zellen mit geringerer Lautstärke dennoch die gleichen Gütemerkmale aufweisen, als Zellen mit größerer Lautstärke. Man kann deshalb eine Zelle nicht ohne weiteres als schlecht bezeichnen, wenn sie in der Lautstärke hinter einer anderen Zelle zurückbleibt. Sie erreicht nämlich bei geringer Erhöhung der Saugspannung die gleichen Arbeitsstromwerte, wie sie andere Zellen aufweisen, deren Spannungs-Charakteristik etwas günstiger liegt und die deshalb mit einer kleineren Saugspannung schon die erforderliche Lautstärke abgeben.

Die Lautstärke allein ist nicht
Maßgebend für die Güte neuer Zellen. —
Gibst rechte Saugspannung Du ihnen nicht,
So werden sie Dich kaum zufriedenstellen.

Der Punkt, um den sich alles dreht — beim Tongerät

An der heute erreichten hohen Güte der Wiedergabe von Tonfilmen ist nicht zuletzt auch die hervorragend durchdachte Konstruktion der Lichttongeräte beteiligt. Die beste Tonaufzeichnung kann nur dann mit der besten Qualität wiedergegeben werden, wenn das Lichttongerät in allen seinen Bauteilen die Bedingungen einer einwandfreien Tonabtastung erfüllt.

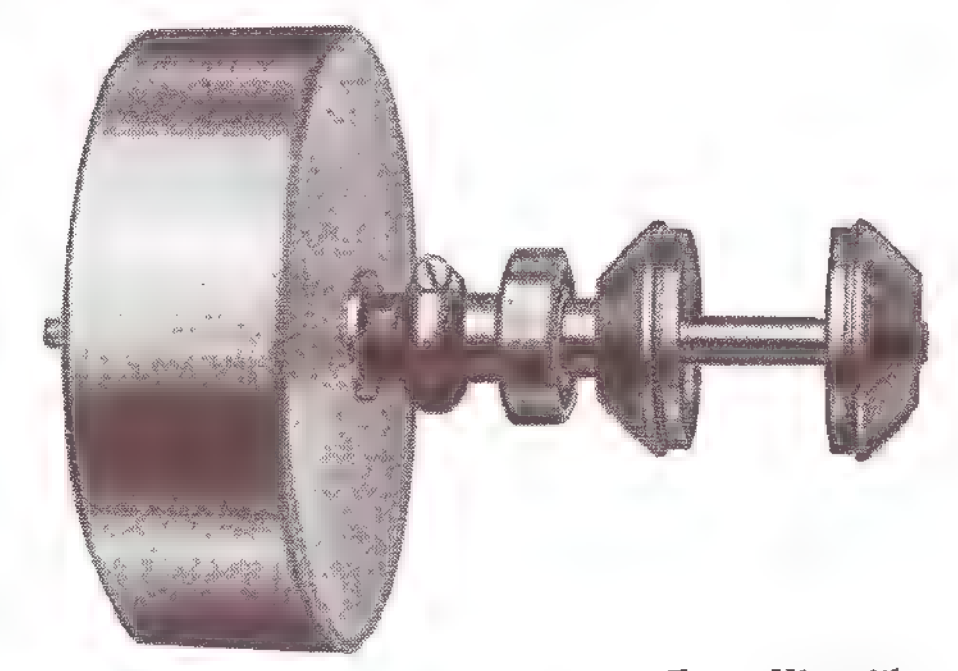


Foto: Klangfilm

Bild 37. Tonbahn mit Schwungmasse des Europa-Lichttongerätes

Da ist zunächst einmal die wichtigste Forderung des vollkommen gleichmässigen Vorbeilaufes des Filmstreifens an der Tonabtaststelle zu erfüllen. Die ideale Lösung in Gestalt einer rotierenden und mit einer größeren Schwungmasse gekoppelten Filmbahn, der sogenannten Schwungbahn, über welche der Film an der Tonabtaststelle gezogen wird, war hier grundlegend und richtungsweisend für den Bau neuzeitlicher Lichttongeräte. Aber auch das Verhältnis der Durchmesser beider Bauteile

zueinander, also des Durchmessers der Schwungbahn zum Durchmesser der Schwungmasse spielt eine wesentliche Rolle für die Größe der durch diese Anordnung zu erzielenden Gleichförmigkeit des Filmtransportes. Je größer der Unterschied dieser Durchmesser bei sonst gleichen Gewichten der rotierenden Massen ist, desto besser ist der Gleichförmigkeitsgrad im Vorbeilauf des Filmes.

Es ist aber weiter erforderlich, daß diese Gleichförmigkeit sich innig auf das über die Schwungbahn laufende Filmband überträgt, daß also mit anderen Worten gesagt, der Film gut auf dieser Bahn haftet. Hierfür sorgt — neben einem möglichst großen Umschlingungswinkel zwischen Film und Schwungbahn — der mit einer Bremsvorrichtung versehene Schleifenfänger und ein, zur Verhütung schneller Pendelschwingungen mit einer Dämpfung ausgestatteter Filmzuregler.

Der gleichförmige Lauf des Filmstreifens garantiert aber noch nicht allein eine gute Tonwiedergabe. Es ist vielmehr ebenso wichtig, daß auch die Lichtspalt-Optik genauestens eingestellt und gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Die auf dem Tonstreifen entworfene, verkleinerte Abbildung eines in der Optik untergebrachten Lichtspaltes muß neben der durch Normung genau festgelegten Länge von 2,19 mm und einer in der Praxis ungefähr zwischen 12- und 18tausendstel Millimeter liegenden Dicke genau auf die Mitte des Tonstreifens projiziert werden und auf ihrer ganzen Länge so gleichmäßig wie möglich ausgeleuchtet sein, wenn nicht Tonverzerrungen die Folge sein sollen. Andererseits darf das Spaltbild nicht verkantet sein, muß also genau senkrecht zur Laufrichtung der Tonspur liegen, weil sonst auch hierdurch stark merkliche Tonverzerrungen auftreten können.

Foto: Klangfilm

Bild 38. Strahlengang im Europa-Lichttongerät

Für den genauen Vorbeilauf der Tonspur an der Tonoptik muß durch zusätzliche, seitliche Führungseinrichtungen gesorgt werden, welche ein Ausweichen oder seitliche Laufschwankungen des Filmes wirksam verhindern. Die gleichmäßige Ausleuchtung des Lichtspaltes wird nur dann einwandfrei gewährleistet sein, wenn genau justierte und für das betreffende Gerät besonders hergestellte Original-Tonlampen zur Verwendung kommen und entsprechend der dafür bestehenden Anweisung benutzt werden. Eine Verkantung und unscharfe Einstellung der Spaltbild-Optik dürfte bei fabrikmäßig justierten und plombierten Ton-Optiken kaum vorkommen.



Foto: Klangfilm

Bild 39. Europa-Lichttongerät der Klangfilm G. m. b. H.

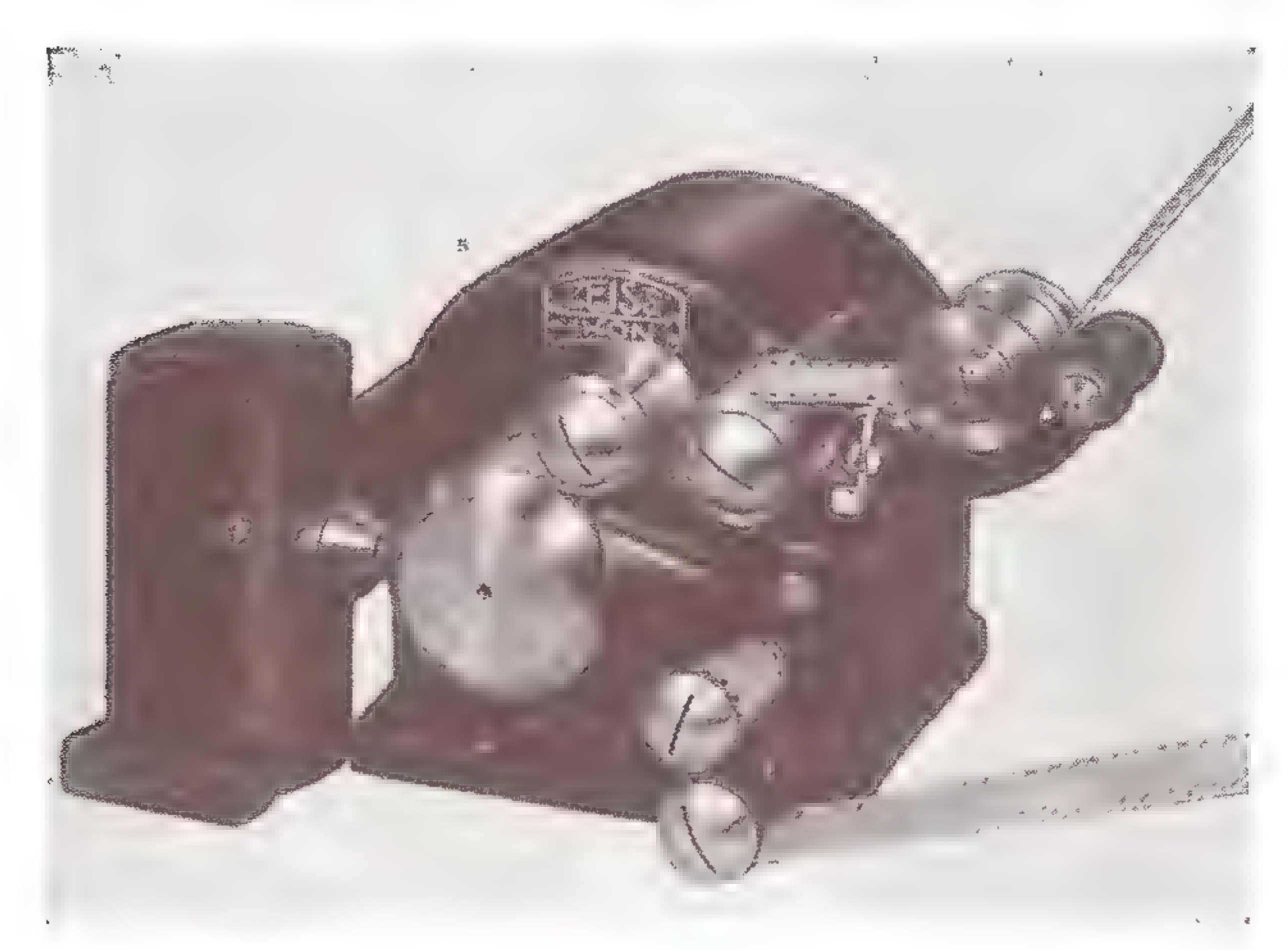


Foto: Zeiss Ikon

Bild 40. Ernophon-Lichttongerät der Zeiss Ikon A.-G.

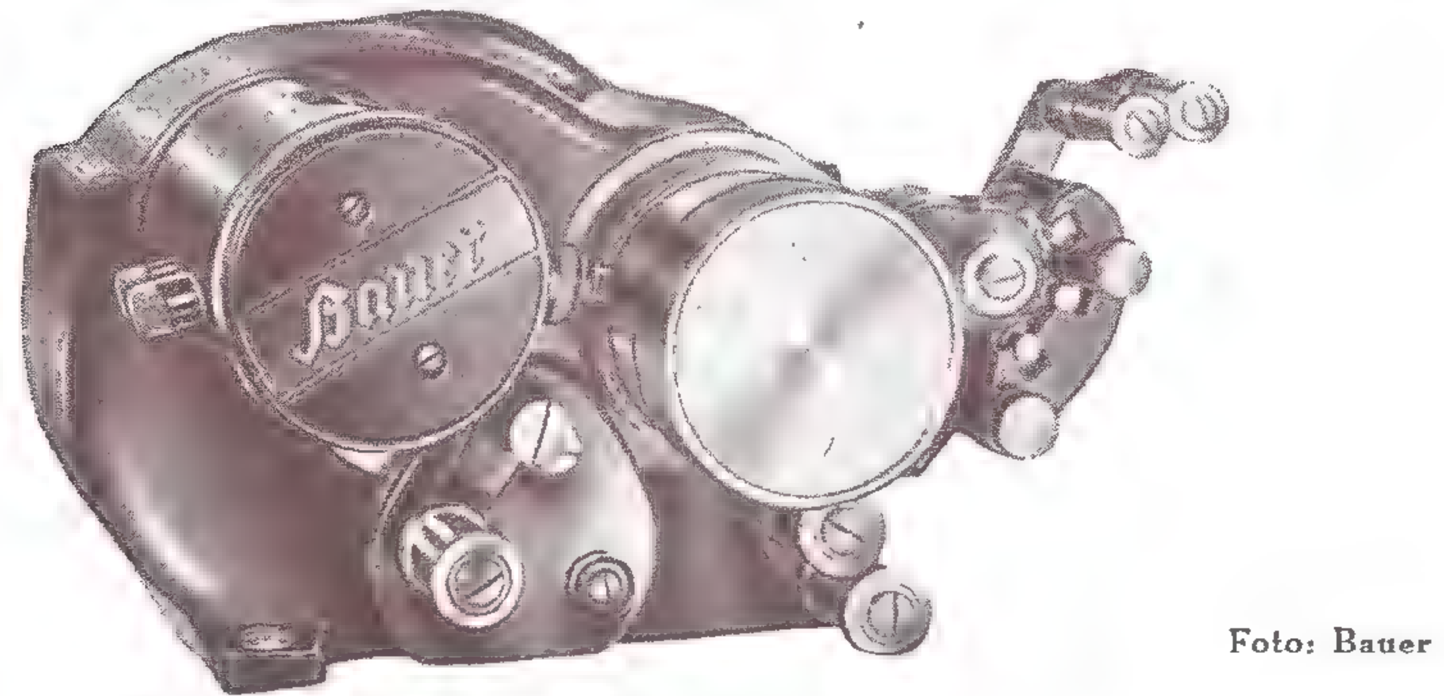


Foto: Bauer

Bild 41. Roxy-Lichttongerät der Eugen Bauer G. m. b. H.

Im allgemeinen werden Lichttongeräte so durchgebildet, daß man sie zwischen Projektorwerk und Lampenhaus auf der Tischplatte der Bildwerfer-Einrichtung anordnen, also an jeden normal ausgeführten Bildwerfer anbauen kann. Bei den heute zur Verwendung kommenden Durchzugsgeräten mit rotierender Filmbahn (Bild 39, 40 und 41) ist der Anbau leicht zu bewerkstelligen, da ein besonderer Antrieb für das Lichttongerät weder notwendig noch erwünscht ist. Eine Beeinflussung der Tonwiedergabe durch Stoßwirkungen, die durch den früher vielfach angewendeten direkten Antrieb oder Ketten- und Riementriebe auf die Tonabtaststelle gelangen konnten, ist also bei derartigen Geräten nicht mehr möglich. Eine besondere Ausführungsform findet man bei der Bildtonmaschine Ernemann VII B. Hier ist das in seinen wesentlichen Aufbauteilen dem Ernophon-Gerät ähnliche Lichttongerät mit dem Projektorwerk zusammen in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht worden (Bild 42). Es ist auch hier als nicht angetriebenes Durchzugsgerät ausgebildet und besitzt zwischen Nachwickler und Filmbahn einen mit einer Luftdämpfung versehenen, gefederten Filmzugregler. Mit solcherart aufgebauten Lichttongeräten muß eine einwandfreie Tonkopie mit der höchst erreichbaren Wiedergabegüte vorgeführt werden können, ohne daß irgendwelche zusätzlichen Einstellvorgänge am Tongerät notwendig werden. Im übrigen soll es überhaupt und unter allen Umständen vermieden werden, an Lichttongeräten irgend etwas zu verstellen, wenn nicht die erforderlichen Meß- und Justier-Einrichtungen vorhanden sind, um derartige Arbeiten sachlich richtig durchführen und kontrollieren zu können. Jede von der fabrikmäßig durchgeführten Justierung abweichende Einstellung wird unweigerlich eine Benachteiligung der Tonwiedergabe von normalen Tonkopien nach sich ziehen.

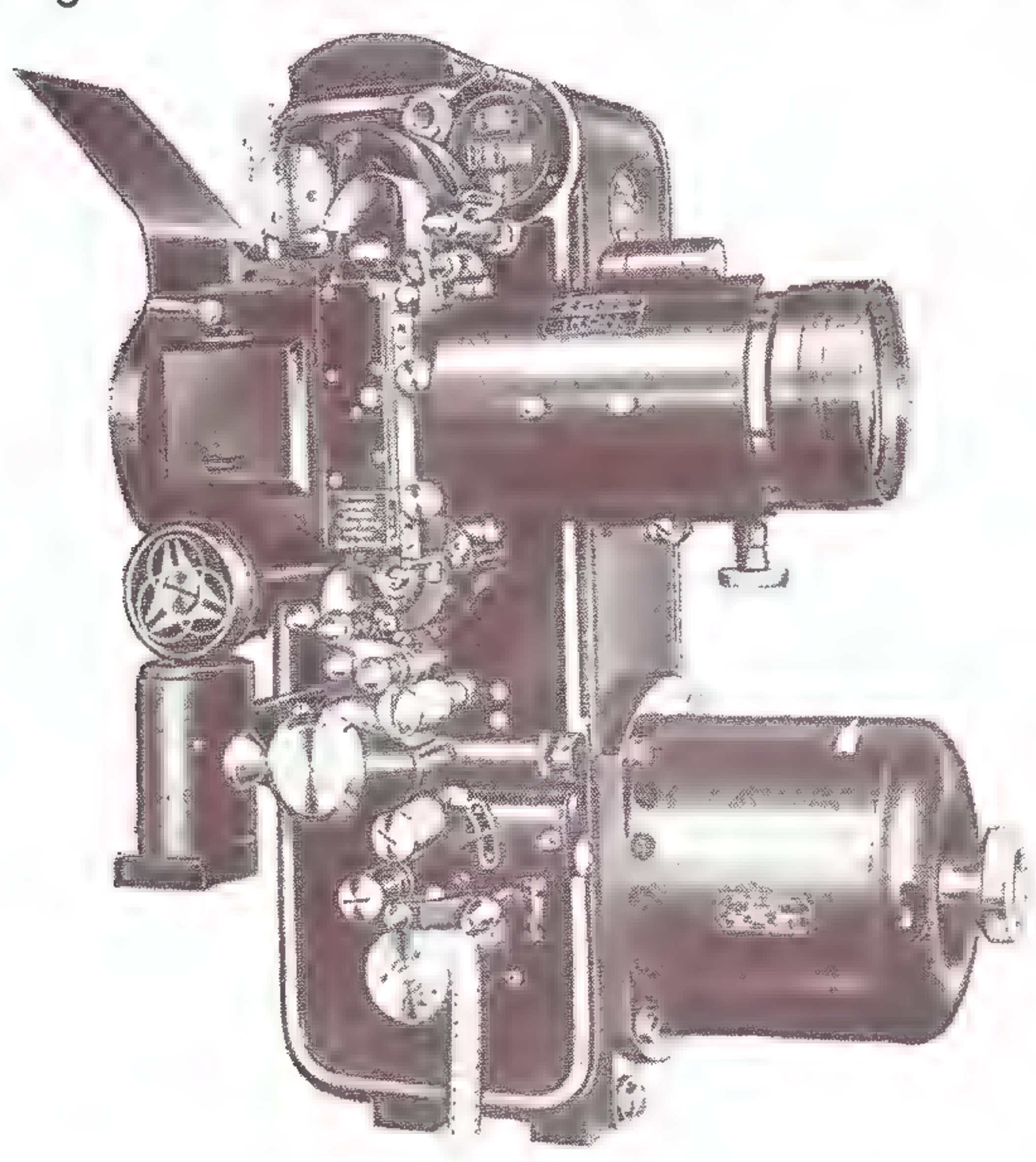


Foto: Zeiss Ikon

Bild 42. Bildtonmaschine „Ernemann VII B"

Schwungbahn und Optik sind beim Tongerät
Punkte, um die sich vieles dreht! —
Lasse das Basteln an diesen Teilen sein,
Dann wirst Du eines guten Tones Dich erfreu'n!

Wie arbeitet ein Tonfilm-Verstärker?

Der Lichtspielvorführer kommt täglich in seinem Berufe mit einer ganzen Reihe von maschinellen und schalttechnischen Einrichtungen in Berührung, deren Bedienung und Pflege ihm obliegt und die er zur Herbeiführung einer ordnungsgemäßen Filmvorführung benötigt. Zu diesen Einrichtungen gehört auch der Tonfilm-Verstärker, dessen Bedienung und Inbetriebsetzung keine Schwierigkeiten bereitet, da meist nur ein Netzschalter einzuschalten und gegebenenfalls die normale Netzspannung einzuregulieren ist. Für viele Vorführer wird es aber von Interesse sein, auch einmal näheres über die Arbeitsweise eines solchen Verstärkers zu erfahren. Wir wollen daher einmal einen Einblick in die Vorgänge in einem Verstärker unternehmen.

Jeder Verstärker besteht aus einer ganzen Reihe einzelner Schaltungselemente, die je nach ihrer Verwendungsform zweckentsprechend in einem metallischen Gehäuse untergebracht sind. Das Gehäuse dient nicht allein mechanisch als Schutz für die einzelnen Aufbauteile des Verstärkers, sondern stellt zugleich einen elektrischen Abschirmkäufig dar, welcher mit dem Erdpotential der Erdleitung metallisch verbunden ist und jegliche elektrische Beeinflussungen der Schaltung von außen her unterbindet.



Foto: Klangfilm

Bild 43. Europa-Junior „Klarton"-Verstärker

Ein wesentlicher Teil im Innern des Verstärkers ist der Transformator, der die zugeführte Netzspannung umwandelt. Er versorgt über eine oder mehrere Wicklungen die Verstärkerröhren mit der erforderlichen Kleinspannung für die Heizung ihrer elektronenausstrahlenden Kathode, die auf eine für die Ausstrahlung der Elektronen notwendige Glühtemperatur gebracht werden muß.

In einer anderen Wicklung des Transformators wird die Netzspannung auf 250—350, in Verstärkern mit höherer Endleistung oft sogar auf 800 oder 1400 Volt hochtransformiert, um dann über eine Zweiweg- oder zwei getrennte Einweg-Gleichrichterröhren in eine Gleichspannung umgewandelt zu werden, die mit der doppelten Frequenz des Wechselstromnetzes — also etwa 100mal in der Sekunde — pulsiert, d. h. noch stärkeren

Schwankungen unterworfen ist. Die Gleichspannung wird an vielen Stellen des Verstärkers benötigt, um die gewünschten elektrischen Vorgänge bei der Verstärkung auszulösen. Sie kann jedoch in der stark pulsierenden Form nicht ohne weiteres benutzt werden. Man muß sie daher zuvor durch Sieb-Kondensatoren, Drosselspulen und Sieb-Widerstände beruhigen, wobei die Drosselspulen und Sieb-Widerstände zugleich auch zur Herabsetzung der Spannung auf das für die Versorgung einer bestimmten Anschlußstelle jeweils erforderliche Maß als Spannungsteiler geschaltet sein können. Man kann sich die Beruhigung der Spannungsimpulse so vorstellen, daß durch die Drosselspulen und Sieb-Widerstände alle Spanungsschwankungen zurückgehalten werden und nicht bis zur Verbrauchsstelle vordringen können. Hierbei führen die Sieb-Kondensatoren durch ihre Aufladung eine Beruhigung dieser Schwankungen herbei, in dem sie bei fallender Spannung von ihrer Ladung Strom abgeben und bei steigender Spannung ihre Eigenladung wieder ergänzen.

Die entsprechend beruhigte Gleichspannung wird nun in einem Verstärker den folgenden Stellen zugeführt:

1. den Anschlussklemmen für die Fotozellenkabel, um hierdurch der Fotozelle die erforderliche Saugspannug zur Auslösung des in ihr bei Lichteinfall zustande kommenden Elektronenstromes und des dann fliessenden Fotozellen-Arbeitsstromes zuzuführen.
2. den Anodenanschlüssen der Verstärkerröhren, um auch in diesen Röhren eine Elektronenbrücke von der beheizten Kathode nach der an der Gleichspannung liegenden Anode auszulösen, über welche dann auch hier der Arbeitsstrom der Röhren zum Fließen kommt.

Die Arbeitsweise eines Verstärkers von der Fotozelle bis zum Lautsprecher kann man sich nun etwa folgendermaßen vorstellen: Die durch die Tonspur des Filmes hervorgerufenen Lichtschwankungen lösen in der Fotozelle Schwankungen des Fotozellen-Arbeitsstromes aus. Infolgedessen entstehen an dem in die Zuführungsleitung zum Fotozellenkabel eingeschalteten Hochohm-Widerstand entsprechende Spannungsschwankungen, die etwa die Größenordnung von ein Zehntel Volt erreichen. Diese wirken über einen Kopplungs-Kondensator auf das Steuergitter der ersten Verstärkerröhre ein und steuern im gleichen Rhythmus den in dieser Röhre fliessenden Anodenstrom. Da dieser Strom der Röhre ebenfalls über einen in der Zuführungsleitung liegenden Hochohm-Widerstand zugeführt wird, entstehen an diesem Widerstand abermals Spannungsschwankungen, deren Größe von dem Anodenstrom der Röhre und dem Widerstandswert des Hochohm-Widerstandes abhängig ist. Da man hier schon mit Anodenströmen von einigen tausendstel Ampère arbeiten kann — im Gegensatz zu dem nur wenige millionstel Ampère betragenden Arbeitsstrom der Fotozelle — so erhält man an dem Widerstand der ersten Röhre schon Spannungsschwankungen, deren Größe etwa bei 1 Volt liegt. Man hat also bereits eine Verstärkung der von der Fotozelle abgegebenen Spannungsschwankungen um das Zehnfache erzielt.

Der beschriebene Vorgang wiederholt sich in der zweiten und den folgenden Verstärkerstufen sinngemäß, wobei in den einzelnen Röhren immer größere Anodenströme durchgesteuert werden können. Man gelangt dadurch — je nach Anzahl der Verstärkerstufen und der Größe ihrer Ausnutzung — zu Verstärkungen, die das Zehntausend- bis Millionenfache der ursprünglichen Spannungsschwankungen ausmachen. Mit diesen verstärkten Spannungsimpulsen speist man nun die Schwingspule eines Lautsprechers oder einer Lautsprecher-Kombination. Die auf diese Weise erzielten elektrischen Leistungsschwankungen reichen aus, um die Lautsprecher zur Abstrahlung von Schalleistungen anzuregen, mit denen die Erfassung auch der grössten Räume möglich ist.

Geheimnisvoll ist ein Verstärker nur,
Wenn man noch nicht versteht,
Wie nach Gesetzen der Natur
Die Tonverstärkung vor sich geht! —
Versuchen wir deshalb einmal
Den Vorgang recht uns vorzustellen,
So wird sich dann auf jeden Fall
Uns das Geheimnis schnell erhellen! —

Was ist ein Entzerrer?

In unseren Tonfilm-Verstärkern sind an einer bestimmten Stelle sogenannte Entzerrer in die Schaltung eingefügt, mit welchen man den Durchgang gewisser Frequenzen durch den Verstärker absperren oder besonders bevorzugen kann. Ein Entzerrer besteht im wesentlichen aus einer Zusammenschaltung von Widerständen, Drosselspulen und Kondensatoren. Je nach der durch seine Einschaltung gewünschten Auswirkung auf den Frequenzdurchlaß des Verstärkers wird dabei die Reihenfolge der genannten einzelnen Schaltungselemente, ihre Bemessung und auch ihre Zusammenschaltung mit den übrigen Teilen des Verstärkers eine andere sein.

Will man z. B. alle über einer bestimmten Schwingungszahl liegenden Frequenzen abschneiden, so braucht man eine Schaltung, deren Eigenwiderstand für alle Tonfrequenzen, welche unterhalb dieses abzuschneidenden Frequenzbereiches liegen, verhältnismäßig groß ist und bei der für alle oberhalb der angesetzten Grenze liegenden Frequenzen der Eigenwiderstand so klein wird, daß er für diese sozusagen einen Kurzschluß darstellt. Will man aber gewisse Frequenzen bevorzugt verstärken, so schwächt man bis zu einem gewissen Grade die übrigen Frequenzbereiche durch entsprechend eingeschaltete Entzerrungsglieder.

Man hat es also durch verhältnismäßig einfache Schaltungsanordnungen in der Hand, den Frequenzgang eines Verstärkers in ganz genau vorauszubestimmender Weise zu beeinflussen. Deshalb wird in

der Tonaufnahme- und Tonwiedergabetechnik auch in zahlreichen Fällen von solchen Entzerrerschaltungen Gebrauch gemacht, um die Frequenzkurve von Verstärkern in gewünschter Weise zu formen bzw. den Klangcharakter der zu verstärkenden Tongemische zu beeinflussen.

Bei Wiedergabe-Apparaturen dient der Entzerrer in erster Linie dazu, die Verständlichkeit einer Tonfilmdarbietung in akustisch schlechten Räumen sicherstellen zu können. Wenn nämlich in einem Raum ein zu großer Nachhall herrscht, ist es nicht möglich, einen Tonfilm mit einer Wiedergabe vorzuführen, wie man sie in akustisch guten Räumen zulassen würde. Es müssen bei starkem Nachhall vorzugsweise die tieferen Töne mehr oder weniger stark abgeschnitten, d. h. geschwächt werden, weil diese Frequenzen



Foto: Klangfilm

Bild 44. Aufsicht auf die Röhrenplatte eines Verstärkers

links: Vorröhren, davor Entzerrertopf mit Entzerrerlasche, daneben Ausgleichregler für die Fotozellen-Saugspannung — rechts: Endröhren für Saal- und Kontroll-Lautsprecher, Gleichrichterrohr und Brummregler sowie Lautstärkeregler für den Kontroll-Lautsprecher

eine besonders starke Hallwirkung verursachen und länger im Raum nachklingen als hohe Frequenzen. Sie würden in solchen Räumen dann durch dieses längere Nachklingen die aufeinanderfolgenden Wortteile eines Dialoges mehr oder weniger stark überdecken und dadurch unverständlich machen. In solchen Fällen ist ein Entzerrer daher ein wirksames Hilfsmittel, um die bessere Verständlichkeit einer Tonfilmdarbietung

herbeizuführen. Jedoch soll man nur in dringenden Fällen derartige Hilfsmittel auswerten.

Es ist besser, die Akustik eines Theaterraumes weitgehend den Anforderungen anzugleichen, die eine Tonfilmvorführung an die akustischen Verhältnisse stellt, als ständig mit einer Wiedergabe zu arbeiten, die — wenn auch nur um geringere Wertungsstufen — hinter der Güte derjenigen Wiedergabe zurückbleibt, die man ohne Abschneidung der tiefen Töne erreichen könnte. Man wird sich also meist nur dort des Entzerrers bedienen, wo eine entsprechende Akustik-Verbesserung nicht möglich ist, sei es aus baulichen Gründen, sei es, daß der Raum noch zu anderen Zwecken benutzt wird oder aber, wie z. B. bei Wandervorführungen, nicht immer eine Möglichkeit besteht, auf die Raumgestaltung des Zuschauerraumes einen direkten Einfluß auszuüben.

Entzerrer sind Frequenzabschneider
Und wirken oft bei großem Nachhall gut,
Doch ohne sie kommt man noch weiter,
Wenn man etwas für die Akustik tut! —

Von Übertragern und Transformatoren

Auf den ersten Blick scheint zwischen einem Netztransformator und einem Uebertrager kein wesentlicher Unterschied zu bestehen. Beide besitzen einen Eisenkern und eine auf ihm untergebrachte und von seinen Jocharmen umschlossene Spule mit verschiedenen Wicklungen.

Und dennoch ist ein Uebertrager nicht schlechthin mit einem Transformator zu vergleichen. Während man beim Netztransformator verhältnismäßig große Magnetisierungsverluste des Eisenkernes zulassen kann, muß bei einem hochwertigen Uebertrager für Sprechwechselspannungen darauf Wert gelegt werden, daß diese Magnetisierungsverluste so gering wie möglich sind. Je nachdem, ob der Uebertrager in einer Leistungsstufe — also etwa als Ausgangsübertrager eines Verstärkers — oder in einer Zwischenstufe, also als Zwischenübertrager zwischen zwei Röhren benutzt wird, müssen die in ihm zur Verwendung kommenden Eisenkerne von ganz besonderer Beschaffenheit sein. Es kommen z. B. für Zwischenübertrager Eisenkerne von höchster Permeabilität zur Verwendung, die aus Eisenblechen mit Beimengung hochwertiger Siliziumlegierungen von einer Blechstärke von wenigen Zehntel Millimetern aufgebaut sind. Bei Leistungsübertragern dagegen können schon dickere und bei Netztransformatoren noch dickere Bleche zum Aufbau der Eisenkerne benutzt werden.

Transformatoren und Uebertrager dienen zur A n p a s s u n g von Generatorkreisen an Verbraucherkreise, d. h. sie verwandeln die vom Stromerzeuger oder Generator gelieferten Spannungen und Ströme in solche, die der elektrischen Eigenart des angeschlossenen Verbrauchers

entsprechen. Man spricht dabei auch von einem Uebersetzungsverhältnis. Ein Netztransformator nimmt z. B. aus dem Netz eine Spannung von 100 Volt auf und gibt an den angeschlossenen Verbraucherkreis eine solche von 10 Volt ab. Er hat dann das Uebersetzungsverhältnis von 10 : 1. Dabei verhalten sich die in den Wicklungen fließenden Ströme genau umgekehrt, d. h. in der an 100 Volt angeschlossenen Wicklung fließt nur ein Zehntel des Stromes wie in der 10 Volt abgebenden Wicklung, wenn man geringe Abweichungen, die durch die Magnetisierungsverluste bedingt sind, außer Betracht läßt. Diesem Verhältnis müssen auch die Querschnitte der zur Herstellung der Spule benutzten Drahtwicklungen entsprechen, wobei ganz allgemein folgender Satz gilt:

Kleine Spannung, kleine Windungszahl, großer Querschnitt.

Große Spannung, große Windungszahl, kleiner Querschnitt.

Welche der Wicklungen man als Primär- und Sekundärwicklung bezeichnet, hängt von der Einschaltung des Transformators oder Uebertragers ab. Primärwicklung ist immer die Seite, welche an dem Generator oder Stromerzeuger angeschlossen ist. Die Sekundärwicklung ist immer die am Verbraucher liegende Wicklung, wobei gleichgültig ist, welche der Wicklungen dabei die größere oder kleine Windungszahl bzw. den dickeren oder dünneren Drahtquerschnitt besitzt, weil ja der Transformator nach oben oder nach unten übersetzen kann, also z. B. ein Uebersetzungsverhältnis von 1 : 10 oder von 10 : 1 vorliegt.

Wie schon gesagt, ist aber immer dort, wo die größere Windungszahl liegt, die höhere Spannung und die kleinere Stromstärke vorhanden und umgekehrt!

Während ein Netztransformator nur immer mit der durch das Wechselstromnetz bestimmten Periodenzahl ummagnetisiert wird, muß ein Uebertrager alle ihm zugeführten Frequenzen des die Musik und Sprache umfassenden Frequenzbereiches zwischen 30—10 000 Hertz verarbeiten und möglichst geradlinig übertragen, d. h. es dürfen dabei durch Benachteiligung oder Bevorzugung gewisser Frequenzbereiche keine hörbaren Lautstärke-Unterschiede auftreten. Schon daraus ist zu ersehen, daß das zum Aufbau zur Verwendung kommende Material ganz besonders sorgfältig ausgewählt und beschaffen sein muß. Es ist also doch ein wesentlicher Unterschied im Aufbau und auch letzten Endes in den Herstellungskosten vorhanden und Uebertrager ist nicht Transformator schlechthin.

Willst du aus deinem Fachgebiet
Ein Ding beim rechten Namen nennen,
So mußt du auch den Unterschied
Der Wirkung und des Aufbau's kennen! —

Von Störungen im Tonfilm-Verstärker

Bei den heutigen netzgespeisten Tonfilm-Verstärkern kommt es nur noch selten zu ernsthafteren Störungen, denn beim Aufbau der Schaltungen werden — sofern es sich um Fabrikate von Ruf und Namen handelt — alle Schaltteile so sorgfältig bemessen, daß mit einer Beschädigung unter normalen Betriebsverhältnissen nur in den seltensten Fällen zu rechnen ist. So z. B. werden alle Kondensatoren, bei denen ja bekanntlich leicht Durchschläge der Isolation zwischen den einzelnen Belegen auftreten für eine um das Drei- bis Fünffache über der Betriebsspannung liegende Prüfspannung bemessen, der sie längere Zeit unterworfen werden und die sie aushalten müssen.

Auch die Hochohm-Widerstände und sonstigen Schaltungsteile, wie Drosselspulen, Transformatorenwicklungen usw. werden auf mehrfache Sicherheit berechnet und entsprechend ausgewählt. Die Erfahrungen im Bau neuzeitlicher Verstärker-Röhren geben auch diesen wichtigen Teilen — was mechanischen Aufbau der einzelnen Systeme sowie elektrische Leistungsfähigkeit betrifft — eine hohe Sicherheit gegen normale betriebsmäßige Beanspruchung.

Demnach dürften Störungen irgendwelcher Art kaum noch eintreten und bleiben im allgemeinen, wie schon eingangs gesagt und die Erfahrung zeigt, auch aus. Es kann aber dennoch einmal zu einer Störung kommen, und zwar durch Ursachen, die selbst bei sorgfältigster Bauart und Bemessung aller Teile eines Verstärkers nicht immer ausgeschaltet werden können. Eine der möglichen Ursachen ist das Auftreten zeitweiser Ueberspannungen im Starkstromnetz. Bei längerem Bestehenbleiben solcher Ueberspannungen könnten beispielsweise die Gleichrichterröhren gefährdet werden, dadurch, daß zwischen den Heizfäden und den Anodenflächen ein Kurzschluß auftritt, weil sich diese Heizfäden infolge zu hoher Temperatur seitlich ausbiegen und dann — besonders wenn sie nicht gefedert aufgehängt sind — die Anodenbleche berühren können. Spricht in solchen Fällen die Netzsicherung des Verstärkers nicht rechtzeitig an, weil sie vielleicht überdimensioniert oder gar verbotenerweise überbrückt ist, so brennen die Wicklungen des Netztransformators durch und eine größere, nicht so schnell zu behebende Störung ist die Folge.

Eine ähnliche Beschädigung der Netztransformatoren, Drosselspulen und auch von Kondensatoren oder Widerständen kann auftreten, wenn Verstärker in Vorführungsräumen aufgestellt werden, die größeren Temperaturschwankungen unterworfen sind. An kalten und feuchten Tagen, besonders aber im Herbst und Frühjahr, tritt sehr leicht nach der Außerbetriebsetzung der Apparaturen und platzgreifender stärkerer Abkühlung des Raumes eine mehr oder weniger kräftige Bildung kleinster Kondenswassertröpfchen auf, die in die Wicklung der Transformatoren und Drosselspulen einziehen oder den Isolationswert von Widerständen und Kondensatoren nachteilig beeinflussen können. Bei der Wiedereinschaltung am nächsten Spieltag kann dann der Fall eintreten, daß die Wicklung der Transformatoren infolge der durch eingedrungene Feuchtigkeit entstandenen Isolationsfehler aufbrennt oder Kondensatoren durchschlagen bzw. Widerstände defekt werden.

Endlich können durch atmosphärische Entladungen in der Starkstromleitung Ueberspannungen induziert werden, die bis zu den lebenswichtigen Bauteilen des Verstärkers vordringen und gleichfalls ähnliche Durchschläge oder Zerstörungen zur Folge haben.

Derartigen Erscheinungen ist auch der bestbemessene Verstärker auf die Dauer nicht gewachsen. Es wird also vorteilhaft sein, soweit man es selbst in der Hand hat, ihn vor solchen Einwirkungen möglichst zu schützen. Dies kann in Netzen mit größeren Spannungsschwankungen durch laufende Ueberwachung der Netzspannung während des Betriebes mit einem Netzvoltmeter geschehen. Weitgehende Konstanthaltung der Raumtemperatur im Vorführungsraum, besonders in den Uebergangs-Jahreszeiten, wenn hohe Temperaturunterschiede auftreten, erscheint gleichfalls geboten. Falls nicht schon im Stromversorgungsnetz durch das betreffende Elektrizitätswerk Ueberspannungsschutz-Einrichtungen vorgesehen sind, könnte endlich an die Einschaltung einer solchen Schutzvorrichtung in die Netzzuführungsleitung zum Vorführungsraum oder am Hausanschluß gedacht werden, wozu allerdings das Elektrizitätswerk hinzugezogen werden muß.

Richte stets Dein Augenmerk
Auf Spannung, Temperatur und Feuchtigkeit! —
Du tust damit ein gutes Werk
Für des Verstärkers Sicherheit.

Eine kleine Geschichte mit einem lehrreichen Ende

„Mehr Licht —" flüsterte die Fotozelle des Lichttongerätes heimlich zur Tonlampe — „ich kann sonst nicht die Tonaufzeichnung richtig ablesen." —

„Mehr Spannung" rief die Tonlampe zum Tonlampengleichrichter hinüber — „sonst kann ich ihr den Gefallen nicht tun!" —

„Was ist denn mit unserer Wiedergabe heute los?" — erkundigte sich der Theaterleiter durchs Telefon beim Vorführer und beklagte sich darüber, daß trotz aufgedrehtem Saalregler nicht genügend Lautstärke im Theater vorhanden sei.

„Hier ist alles in Ordnung, das muß wohl an der Kopie liegen", sagte der Vorführer, ohne sich indessen seiner Auskunft sicher zu sein.

„Teufel auch, warum wird denn diese neu eingesetzte Sicherung in meinem Sicherungselement so abscheulich heiß? — dachte der Tonlampengleichrichter bei sich — „das ist doch sonst anders gewesen! —

„Pitsch!" schrie plötzlich die neue Sicherung, verlor ihren grünen Kopf, der mit Blitzesschnelle gegen das Glasfenster des Stöpselkopfes sauste und hauchte ihr kurzes Leben aus! —

„Der Ton ist weg, wir haben eine Störung", berichtete wenige Augenblicke darauf die Platzanweiserin ihrem Chef. Und dann ging die Suche nach der Störungsursache los.

Nach einigen Minuten war die defekte Sicherung gefunden und durch eine neue ersetzt. Aber nach zwei Stunden wiederholte sich die Störung bereits wieder. Der Gleichrichter scheint defekt zu sein, meinte der Vorführer anderen Tages zu dem Ingenieur des Störungsdienstes. Aber dieser hatte schon den Grund dafür gefunden, weshalb die Sicherungen nicht mehr hielten! — Ganz einfach deshalb, weil man es unterlassen hatte, die richtigen Sicherungen zu beschaffen. In den Tonlampengleichrichtern werden nämlich keine normalen 6 Ampère-Sicherungen nach dem Diazet-System, sondern thermisch verzögerte Sicherungen nach dem Träga- oder Tedezet-System benutzt. Sie sehen sich äußerlich zwar sehr ähnlich, haben aber ganz andere Eigenschaften. Bei normalen Diazet-Patronen entsteht infolge ihres höheren Innenwiderstandes ein recht ansehnlicher Spannungsabfall und damit ein größerer Leistungsverlust. Hierdurch wird eine solche Patrone im Betrieb bedeutend wärmer als eine Träga-Patrone nach dem Tedezet-System und schmilzt infolgedessen bei der kleinsten Ueberschreitung der Dauerstromstärke sehr flink ab. Die Tonlampe erhält bei Verwendung solcher Patronen außerdem nicht ihre normale Spannung, ihre Leuchtkraft ist geringer und damit der Ton auch leiser. Die Möglichkeit eintretender Störungen infolge Durchbrennens dieser Patronen ist sehr viel größer. Die Tedezet-Patrone bleibt dagegen verhältnismäßig kalt und löst erst bei länger bestehender Ueberlastung aus. Also in Tonlampengleichrichtern nur Träga-Tedezet-Patronen verwenden!

Aeußerlich, da ähneln wir uns sehr,
Im Innenaufbau sind wir grundverschieden! —
Leg' zeitig richtige Reserven her,
So werden Störungen bestimmt vermieden! —

Von Feldgleichrichtern und Lautsprechern

In den meisten Tonfilmwiedergabe-Apparaten sind besondere Feldgleichrichter vorhanden, die zur Speisung der Magnetspulen dynamischer Saal-Lautsprecher mit Gleichstrom dienen. Bei kleineren Anlagen wird diese Gleichstromleistung auch zuweilen dem Gleichrichterrohr des Tonfilm-Verstärkers entnommen, sofern die handelsüblichen Typen solcher Gleichrichterröhren ausreichend bemessen sind, um sowohl die Leistung für den Verstärker als auch für die Erregung des Lautsprechers aufzubringen. Die Einsparung eines besonderen Feldgleichrichters kommt hier dem Verkaufspreis solcher Apparaturen zugute.

Durch den vom Feldgleichrichter erzeugten Gleichstrom wird der in der Sprechspule angeordnete Eisenkern des Lautsprechersystems auf eine hohe magnetische Feldstärke gebracht. Die von diesem Eisenkern

ausgehenden magnetischen Kraftlinien durchsetzen die Schwingspule des Lautsprechers und schließen sich über den Eisenweg des Magnetspulenjoches zu einem magnetischen Kreis. Für den Wirkungsgrad eines Lautsprechers ist es von besonderer Bedeutung, daß der in diesem magnetischen Kreis vorhandene Luftspalt, in welchem die Schwingspule sich auf und ab bewegt, möglichst klein ist. Auch auf die für die Magnetisierung des Lautsprechers aufzuwendende Gleichstromleistung

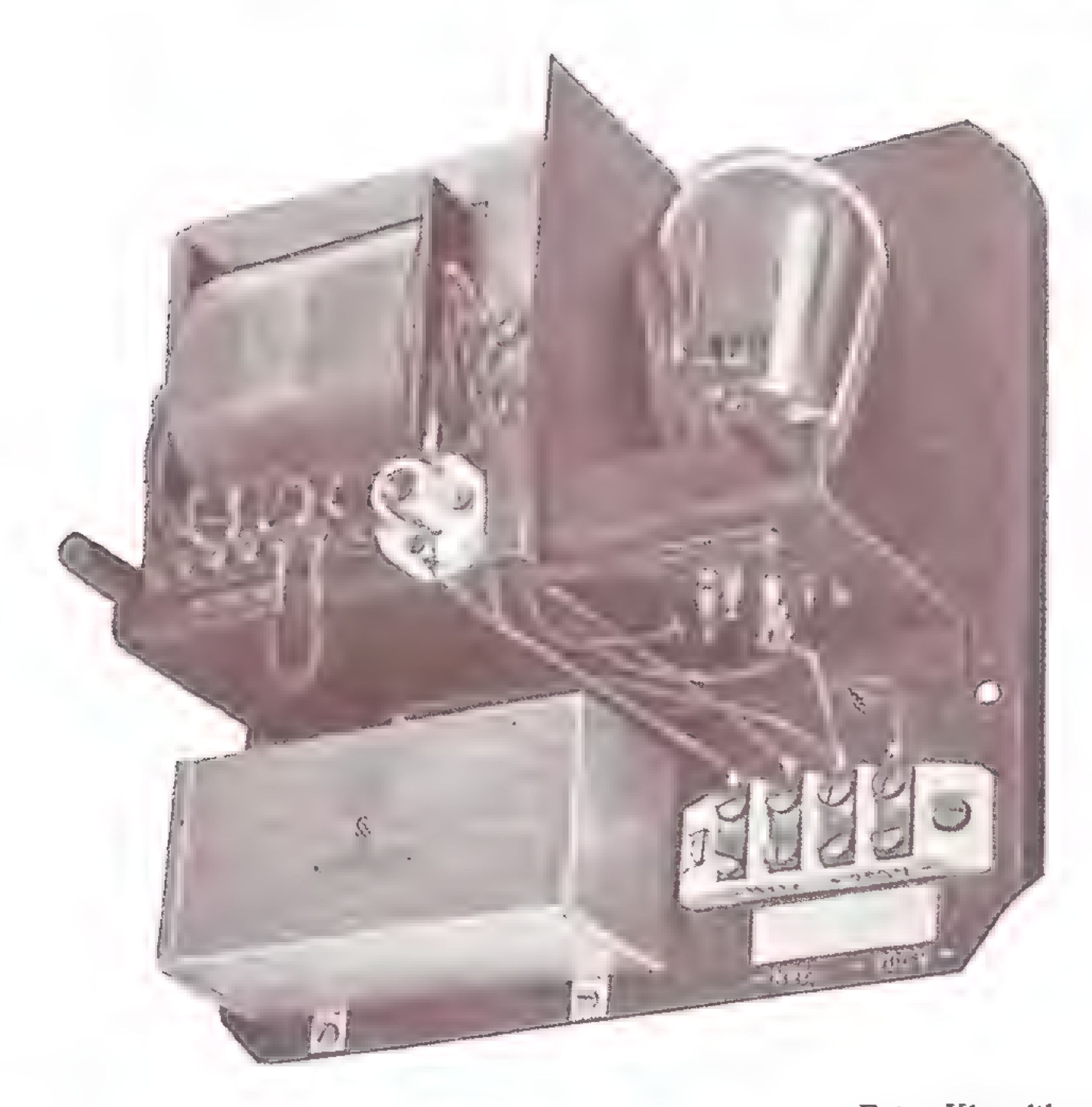


Foto: Klangfilm

Bild 45. Feldgleichrichter zur Erzeugung des Magnetisierungsstromes für die Lautsprecher-Magnetspulen aus dem Wechselstromnetz. (Europa-Junior „Klarton"-Apparatur der Klangfilm G. m. b. H.)

wirkt sich die Dimensionierung dieses Luftspaltes insofern aus, als man für größere Luftspaltbreiten eine höhere, für kleinere eine niedrigere Gleichstromleistung aufbringen muß.

Wenn nun eine Sprechwechselspannung an die Schwingspule des Lautsprechersystems angelegt wird, so entstehen dynamisch bedingte Verstellkräfte in den einzelnen Drahtwindungen dieser Spule, welche bewirken, daß diese Spule entweder aus dem Kraftlinienfeld herausgedrängt oder weiter in dasselbe hineingezogen wird, d. h. die Sprechspule gerät im Rhythmus der angelegten Sprechwechselspannung in Schwingungen. Diese Schwingungen übertragen sich auf die Membrane des Lautsprechers, welche dann ihrerseits wieder die sie umgebende Luftsäule anstößt und dadurch die für uns hörbaren Schallschwingungen erzeugt.

In den letzten Jahren hat man auf dem Gebiete der Herstellung permanent-dynamischer Lautsprechersysteme erhebliche Fortschritte gemacht, so daß man für bestimmte Verwendungszwecke heute Lautsprecher bauen kann, die eine Vormagnetisierung durch Gleichstrom-



Foto: Klangfilm

Bild 46. Permanent-dynamisches Lautsprechersystem



Foto: Klangfilm

Bild 47. Elektro-dynamisches Lautsprecher-System

zufuhr nicht mehr benötigen, weil das Magnetfeld durch besonders kräftige Dauermagnete aufrecht erhalten wird. Diese Magnete sind jedoch für größere Lautsprechersysteme und größere Kraftliniendichten verhältnismäßig teuer in der Herstellung und wirken sich daher verteuernd auf den Herstellungspreis eines solchen Lautsprechers aus. Man bevorzugt deshalb überall dort, wo man durch vorhandene Starkstromnetze in der Lage ist, Feldgleichrichter ohne große Umstände zu betreiben, elektro-dynamisch arbeitende Lautsprechersysteme, zumal diese auch einen größeren elektro-akustischen Wirkungsgrad aufweisen als er durch permanent-dynamische Systeme erreicht werden kann. Letztere werden in Tonfilmanlagen in der Regel nur als kleinere Systeme benutzt und zwar hauptsächlich als Kontrollautsprecher in fest eingebauten Apparaturen oder aber als Hochton-Lautsprechersysteme bei transportablen Kofferapparaturen, da hier das kleine permanente Magnetsystem nicht sehr teuer ist und durch den Fortfall eines besonderen Feldgleichrichters und den Vorteil einfacher Montage sowie Einsparung einer besonderen Gleichstrom-Speiseleitung zweckmäßiger erscheint.

Nach diesem wohl ein jeder kennt
Den Unterschied von beiden,
Ob dynamisch oder permanent,
Muß man von Fall zu Fall entscheiden! —

Falsche und richtige Schallplatten-Musik

„Weißt Du, Liebling" — sagte der Amtsgerichtsrat in der letzten Sperrsitzreihe zu seiner Frau — „Ich würde wirklich öfter mit Dir ins Kino gehen und der Einfachheit des Weges halber auch gern hier in unser kleines Filmtheater, wenn die Leitung des Theaters nur darauf verzichten würde, uns eine so entsetzlich schlechte Schallplattenmusik vorzusetzen. Das verdirbt mir von vornherein einen guten Teil des Genusses, den ich vom Film erwarte."

„Man sollte meinen, daß das, was uns mit unserem bescheidenen Rundfunkgerät und Plattenspieler zu Hause so gut gelingt, doch auch in einem Unternehmen möglich sein müßte, welches doch sicherlich über eine ganze Menge hochwertiger technischer Einrichtungen verfügt und sie laufend in Ordnung halten kann und muß!" — —

Hat er nicht recht, der gute Amtsrat? — Und wie viele Theaterbesucher werden seine Meinung teilen? — Und andere werden sich vielleicht mit noch weniger wohlgesetzten Worten in ihrem wohlberechtigten Aerger über das lustig machen, was Du ihnen, lieber Herr Vorführer, liebe Theaterleitung, bei ihrem jedesmaligen Filmtheaterbesuch allen Ernstes als pausenfüllende Musik vorzusetzen beliebst.

So empfindlich, wie manche Herren vom guten Ton und Bild in bezug auf eine fehlerhafte Kopie reagieren und dann eine Kanonade von guten Wünschen für die gerade in Frage kommende Verleihfirma in Bereitschaft halten, so unempfindlich sind sie oft, wenn es sich um die einzig und allein ihrer eigenen Sorge anvertraute Schallplatten-Wiedergabe dreht.

Und warum sollte der Theaterbesucher nicht a u c h einmal empfindlich sein dürfen, wo er sich doch so sehr mit seiner Erwartung auf eine angenehme Entspannung eingestellt und auch sein Geld dafür bezahlt hat.

Leider muß es gesagt werden, daß gerade das kleinere Theater, welches zu allem Unglück meist noch mit ein und derselben Stammkundschaft zu tun hat, am häufigsten und mit einem fast unverständlichen Leichtsinn den Fehler macht, die Ohren seiner Kundschaft vor Programmbeginn in wenig angenehmer Weise mit einer Musik zu quälen, die kaum noch als Musik angesprochen werden kann. Dabei ist es im Zeitalter des Rundfunks und des Tonfilmes doch wirklich keine Kunst mehr, den Plattenspieler in Ordnung zu halten und ihn, sowie auch die heute sehr vollkommenen Schallplatten selbst, entsprechend zu pflegen und vorzuführen. In vielen Fällen ist der Tonabnehmer allein Schuld. Oft ist aber auch das Laufwerk nicht in Ordnung und die dauernden Tonschwebungen können einen musikalischen Theaterbesucher zur Raserei bringen. Was Wunder, wenn er sich schwört, auf den Kinobesuch zu verzichten oder einem anderen Theater seine Gunst schenkt, bei welchem er sicher ist, daß seinen Ohren ein solches Martyrium erspart bleibt.

Ganz abgesehen davon, daß auch oft in der Auswahl der zu spielenden Platten kein großes Federlesen gemacht wird. Obgleich es hier ungeahnte Kombinationsmöglichkeiten gibt und man durchaus nicht gezwungen ist, nun einen modernen Schlagerkomponisten mit aller Gewalt direkt nach einem klassischen Musikstück von Beethoven, Liszt, Schubert oder anderen zu spielen, um die so wohlgemeinte Abwechslung zu sichern. —

Bei Beginn die eine Seite, danach die Rückseite, zur Reklame noch die beiden Seiten einer zweiten Platte und nach Schluß der Vorstellung ein schnittiger Marsch und dieses Rezept täglich zu jeder Vorstellung einmal, das ist so ungefähr das Normal-Elixier, nach dem so viele selig werden wollen.

Nein, und abermals nein! — So darf es nicht sein und gehandhabt werden! Was in Stummfilmzeiten möglich war, muß auch heute noch möglich sein, zumal es sich nur um wenige Schallplatten handelt. Sorgfältige und geschmacklich richtige Auswahl und Bereitstellung einiger auf das Programm möglichst abgestimmter Plattenseiten vor Beginn der Vorführung, schonende Behandlung der Platten selbst, sachgemäße Bedienung und Pflege des Plattenspielers und Tonabnehmers sowie Abspielen nur einwandfreien Plattenmaterials bringt hier wirksame Abhilfe. Für die technische Instandhaltung der Plattenspieler-Einrichtung gibt es Möglichkeiten genug und jede Firma, die mit solchen Gegenständen Handel treibt, wird es auch gerne übernehmen, hier von Zeit zu Zeit einmal nach dem Rechten zu sehen.

Und reicht im übrigen einmal die Musikalität des Vorführers nicht aus, so muß es der Theaterleiter übernehmen, ihm die Platten zu benennen oder zusammen zu stellen.

Und wenn schon einmal Musikstücke durchaus verschiedenen Charakters hart aufeinander folgen müssen, dann bitte wenigstens nicht ohne eine genügend bemessene, kleine Pause! —

Der kinofreudige Herr Amtsrichter aber und mit ihm unzählige andere Theaterbesucher werden es dankbar empfinden, wenn sie bei ihren nächsten Besuchen feststellen, daß die Theaterleitung und ihr Vorführer bemüht sind, auch in diesem Teil der Vorführungsfolge ihr Bestes zu leisten und zu geben.

Nicht alles was tönt, ist auch Musik,
Geeignet für die Ohren Deiner Kunden,
Drum wähle aus hier mit Geschick,
Spiel' keine Platten, die zerschunden!
Spieltisch und Tonarm pflege fein,
Dann wird auch die Musik in Ordnung sein.

Warum ein besonderer Schallplatten-verstärker?

„Einen neuen Tonabnehmer, ja! — Aber wozu brauchen wir dann noch zu unserer Tonanlage einen Schallplatten-Verstärker?“ Der Theaterbesitzer sah fragend auf zu dem gerade anwesenden Ingenieur. „Wir haben doch die ganzen Jahre auch ohne einen solchen Verstärker unsere Schallplatten über den Tonfilm-Verstärker gespielt und es ist gegangen!“ —



Foto: Klangfilm

Bild 48. Schallplatten-Zusatz-Verstärker (Außenansicht)

„Allerdings, aber so, daß Sie ja selbst mich jetzt darum gebeten haben, hier einmal nach dem Rechten zu sehen! Und deshalb schlage ich ja gerade neben einem neuen Tonabnehmer die Anschaffung eines solchen Verstärkers vor, weil Ihnen, wie auch mir, eine Verbesserung der Schallplattenwiedergabe dringend geboten erscheint.“

„Stellen Sie sich einmal vor, daß in den letzten Jahren die Güte der Wiedergabe von Tonfilmen sich ständig durch neuzeitliche Tonaufzeichnungs-Verfahren und Einbau neuzeitlicher Lichttongeräte verbessert hat, so werden Sie leicht einsehen können, daß zwischen der Wiedergabe-Güte Ihres bisherigen alten Plattenspielers und der jetzigen Tonfilmwiedergabe ein gewaltiger Unterschied bestehen muß. Die Schallplatten-Wiedergabe ist schon seit langem in gewissem Sinne eine Kompromißlösung gewesen. Einfach deshalb, weil ja der neuzeitliche Tonfilm-Verstärker für die Uebertragung eines viel breiteren Frequenzbereiches gebaut ist, als wie man ihn z. B. auf einer Schallplatte unterbringen kann. Während man beim Tonfilm Frequenzen bis etwa 10 000 Schwingungen pro Sekunde aufzeichnen kann, geht der Frequenz-Bereich einer sehr guten Schallplatte meist nur bis etwa 6000 Schwingungen. Dazu ist es üblich, die tiefen Frequenzen unterhalb von 250 Schwingungen mit verminderter Amplitude aufzuzeichnen, um eine nicht allzu große Rillenbreite zu erhalten, welche die Spieldauer der Platte herabsetzen würde. Was aber über 6000 Hertz hinaus von einem Tonabnehmer

noch abgegeben wird, ist sogenanntes Nadelgeräusch. Um es zu unterdrücken, hat man deshalb in den Tonfilm-Verstärker eine elektrische Sperre eingebaut, die bei Schallplatten-Wiedergabe alle diese Geräusche möglichst weitgehend herabsetzt. Hierbei geht aber eine ganz beachtliche Menge der vom Tonabnehmer abgegebenen Leistung verloren, die man durch Benutzung dickerer Nadeln und Aufdrehen des Lautstärkereglers ausgleichen muß. Eine dickere Nadel jedoch beansprucht verständlicher Weise auch die feinen Aufzeichnungen in der Tonrille der Schallplatte wesentlich stärker, besonders dann, wenn der Tonabnehmer sehr schwer ist und die Lagerung des Nadelankers, die meist aus Gummi besteht, durch Alterung verhärtet ist. Die Folge davon ist, daß die Schallplatte schon nach mehrmaligem Abspielen eine gewaltige Qualitätseinbuße erlitten hat, die niemals wieder hergestellt werden kann. Die Rillen sind ausgeschlagen, die Schallplatte ist wertlos! —

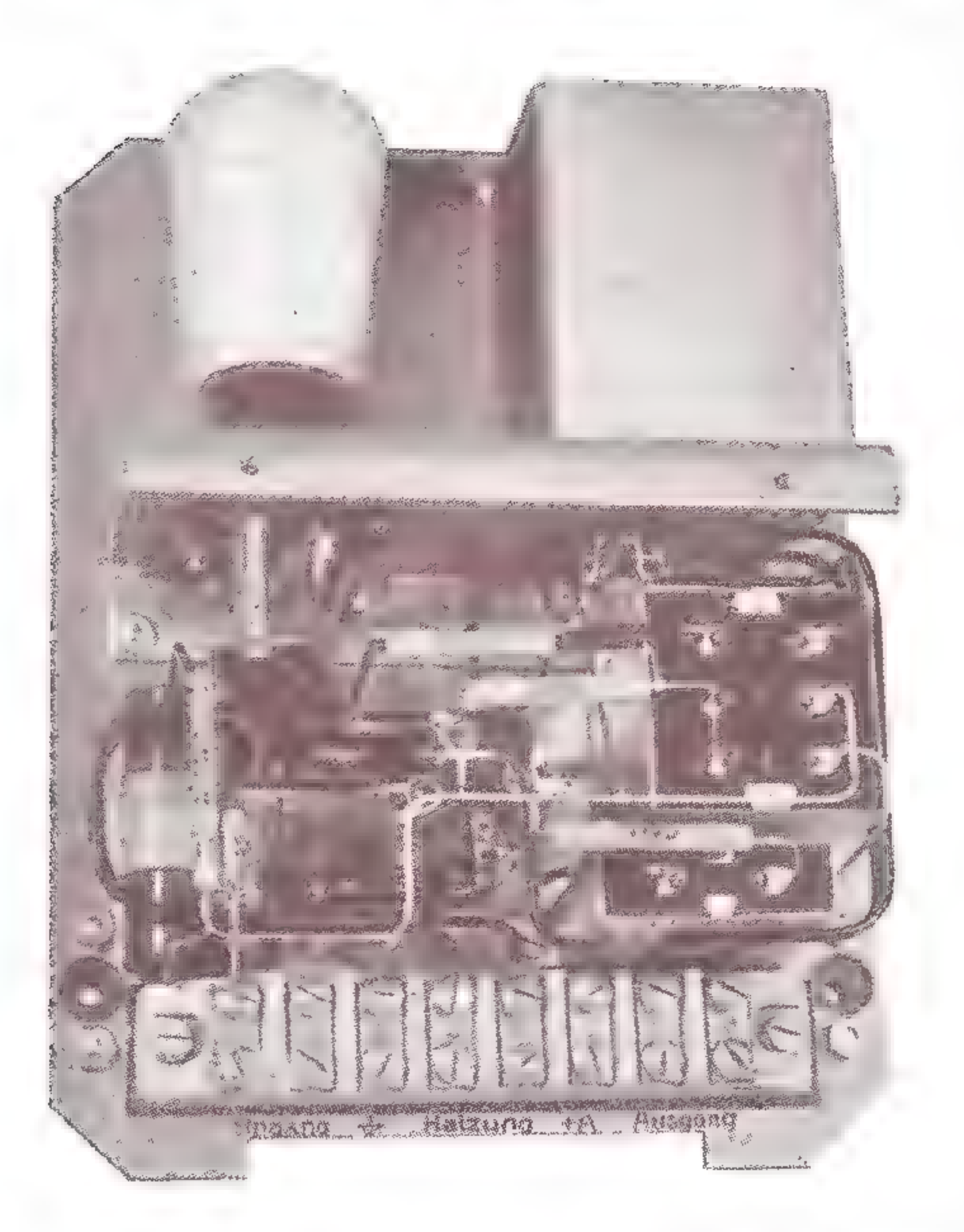


Foto: Klangfilm

Bild 49. Innenaufbau des Schallplatten-Zusatz-Verstärkers

„Ja, das verstehe ich ganz gut. Aber warum denn nun der Verstärker. Wir wollen doch sowieso einen modernen Tonabnehmer ohne Nadel nehmen! Der Saphirstift soll unbegrenzte Möglichkeiten bieten und die Platten außerordentlich schonen."

„Gerade deshalb ist aber auch der Verstärker nicht zu entbehren" sagte der Ingenieur, „und zwar liegt der Fall so. Das ganze Geheimnis der Plattenschonung mit einem modernen Tonabnehmer mit Saphirstift liegt doch hauptsächlich in dem durch eine sinnvolle Konstruktion erreichten, außerordentlich kleinen Gewicht dieser Tonabnehmer. Dabei können beim Abspielen der Platten keine großen Kräfte mehr zwischen dem Stift des Tonabnehmers und der Plattenrille zur Auswirkung kommen. Dafür ist aber die Tonfrequenz-Spannung, welche ein solcher Tonabnehmer abgibt, wesentlich kleiner. Wenn man nun eine richtige Anpassung an den Frequenzgang des Tonfilm-Verstärkers, eine Abschneidung des Geräuschpegels der Platte und eine Bevorzugung der bei der Aufnahme weniger kräftig aufgenommenen tiefen Frequenzen unter 250 Schwingungen herbeiführen will, so geht das nicht gut ohne die zusätzliche Einschaltung einer Vorverstärkerstufe, weil die erforder-

lichen Entzerrerschaltungen Energie aufzehren und die notwendige Lautstärke sonst nicht mehr erreicht werden würde. Aus diesem Grunde ist ein Schallplatten-Verstärker zu empfehlen. Selbstverständlich könnte man in Verbindung mit ihm auch einen Nadeltonabnehmer leichterer Bauart verwenden, wobei dann durch Benutzung verhältnismäßig dünner Nadeln eine zwar weniger große aber ähnlich gelagerte Schonung der gespielten Schallplatten erreicht würde."

„Ja, jetzt ist mir die Sache ebenfalls klar", sagte der Theaterbesitzer, „dieser Begründung kann man sich nicht verschließen. — Also gut, wir wollen den Schallplatten-Verstärker einbauen!" — —

Die Tonfilm-Wiedergabe heute steht
Im Rufe guter Qualität,
Doch auch die gute Platte kann
Sehr hohe Qualität Dir bringen,
Drum, schließ' den Spieltisch richtig an! —
Aus Kratzen wird dann „edles Klingen"! —

Not-, Panik- und Sonderbeleuchtung im Filmtheater

Nach § 27 der Lichtspieltheater-Verordnung vom 18. März 1937 muß in jedem Filmtheater außer der Hauptbeleuchtung eine Notbeleuchtungs-Anlage vorgesehen werden, die so beschaffen sein muß, daß sich auch bei völligem Versagen der Hauptbeleuchtung die Besucher zurechtfinden und notwendigenfalls das Theater durch die vorgesehenen Ausgänge, Flure, Treppen, Höfe und Durchfahrten verlassen können.

Eine Notbeleuchtungs-Anlage muß während der ganzen Betriebszeit, also vom Zeitpunkt des Einlasses bis zur Schließung des Theaters in Betrieb sein. Es können elektrische, gasgespeiste und auch Rüböl- oder Kerzenlampen benutzt werden; Gasbeleuchtung aber nur dann, wenn zur Hauptbeleuchtung nicht ebenfalls Gas Verwendung findet.

Für Theater über 600 Plätze ist die elektrische Notbeleuchtung ausschließlich vorgeschrieben, während eine solche für kleinere Theater nicht unbedingt gefordert wird. Jedoch bedient man sich heute in der Mehrzahl aller Fälle der elektrischen Notbeleuchtungs-Anlage, weil sie den anderen möglichen Ausführungsformen in mancher Beziehung überlegen ist.

Ganz allgemein gelten folgende Forderungen für elektrisch betriebene Notlichtanlagen:

1. Die einzelnen Stromkreise müssen mit je einer 6 Ampère-Sicherung abgesichert sein, dürfen aber höchstens mit 4 Ampère belastet werden.
2. Mehr als 12 Lampen dürfen nicht an einen Stromkreis angeschlossen werden.
3. Für den Bildwerferraum und dessen Rückzugsweg sind ein oder mehrere Stromkreise vorzusehen, die nicht mit Notlichtleuchten des Zuschauerraumes in Verbindung stehen dürfen.
4. Bei mehr als 6 Notleuchten je Raum oder einem als solchem gleich zu achtenden Rückzugsweg sind die einzelnen Leuchten so auf zwei oder mehrere Stromkreise zu verteilen, daß bei Ausfall eines Stromkreises noch eine ausreichende Beleuchtung durch die in Betrieb verbleibenden Leuchten sichergestellt wird.
5. Jede einzelne Notleuchte muß besonders — etwa durch einen roten Ring — gekennzeichnet und mit der Stromkreis-Bezeichnung sowie Nummer der betreffenden Lampe versehen sein. (Also etwa III/7 = 3. Stromkreis 7. Lampe.)
6. Zwecks leichter Ueberprüfung der Notlichtanlage muß an leicht zugänglicher und geeigneter Stelle ein genauer Uebersichtsplan ausgehängt sein, aus dem alle Einzelheiten der Anlage, wie Lage und Gruppierung der Lampen in den einzelnen Räumen und Stromkreisführung sowie Schaltung, zu ersehen sind.
7. Die Stromverteilungs-Anlagen dürfen weder im Bühnenhaus noch im Bildwerferraum untergebracht oder durch diese Räume geführt sein, damit sie bei eventuellen Bränden in diesen Gebäudeteilen nicht vorzeitig gefährdet oder zerstört werden.

Neben der Notbeleuchtung muß in Theatern von mehr als 400 Plätzen und überall dort, wo der Betrieb eine stark in ihrer Leuchtwirkung beschränkte Notbeleuchtung fordert, zugleich eine, aus mindestens 2 hochkerzigen Lampen bestehende Panikbeleuchtung vorgesehen werden, die sich ebenfalls bei Versagen der Hauptbeleuchtung auf eine unabhängige Stromquelle einschaltet, wie dies für Notlichtanlagen üblich und vorgeschrieben ist. DieSchaltstellen für die Panikbeleuchtung müssen an leicht für das Publikum und das Aufsichtspersonal zugänglichen und mit Notlichtlampen erleuchteten Stellen innerhalb und außerhalb des Zuschauerraumes vorgesehen werden und dürfen nur das Einschalten der Panikbeleuchtung zulassen. Das Ausschalten darf nur von einer dem Publikum nicht zugänglichen Schaltstelle aus möglich sein. Wechselschaltungen sind nicht zulässig. Hierdurch wird erreicht, daß — bei einer etwa im Falle der Gefahr ausgeübten Doppelbedienung der Schalter durch mehrere Personen — das Licht nicht wieder zum Verlöschen gebracht werden kann.



Foto: Moser u. Co., Breslau

Bild 50. Schaltstelle für Panik- und Sonderbeleuchtung

Endlich wird die Einrichtung einer Sonderbeleuchtung lt. Polizei-Verordnung für die Errichtung elektrischer Anlagen vom 15. Februar 1935 für alle zeitweise verdunkelten Räume also sinngemäß auch für die Zuschauerräume in Filmtheatern — gefordert. Die Sonderbeleuchtung kann dabei aus dem gleichen Netz wie die Hauptbeleuchtung gespeist werden, jedoch muß der sie speisende Stromkreis von den Hauptsicherungen für die allgemeine Beleuchtung abgezweigt werden, damit im Falle des Ansprechens der Sicherungen für die allgemeine Beleuchtung der Stromkreis für die Sonderbeleuchtung nicht gleichfalls stromlos wird. Sonderbeleuchtungen dienen in erster Linie dazu, das gefahrlose Betreten eines verdunkelten Raumes möglich zu machen, auch wenn die Hauptbeleuchtung abgeschaltet ist. Im übrigen sollen sie dem aufsichtführenden Personal die Möglichkeit bieten, notwendigenfalls den verdunkelten Raum während der Vorführungen und unabhängig von der Hauptbeleuchtungsanlage zu erhellen und wieder zu verdunkeln, um eventuelle Störungen im Publikum und im Publikumsverkehr schnell beheben zu können. Die Sonderbeleuchtung muß an den hierfür an den Ausgängen innerhalb und außerhalb des Zuschauerraumes vorzusehenden Schaltstellen leicht ein- und ausschaltbar sein.

Der Betrieb einer Notlichtanlage kann normal während der ganzen Oeffnungszeit eines Theaters aus dem Lichtnetz, meist unter Zwischenschaltung eines auf die Lampenspannung der Notleuchten übersetzenden Transformators erfolgen, wenn Vorsorge getroffen ist, daß die ganze Anlage im Augenblick des Ausbleibens der Netzspannung auf eine bereitstehende Batterie selbsttätig umgeschaltet wird.



Foto: Moser u. Co., Breslau

Bild 51. Vollautomatisches Notlicht- und Panikschaltgerät

Die für den vorstehenden Fall vorzusehende Batterie muß so bemessen sein, daß sie den Betrieb der Notlichtanlage allein 5 Stunden lang sicherstellt. Ist die Panikbeleuchtung gleichfalls an die gleiche Batterie angeschlossen, so muß ein ununterbrochener dreistündiger Betrieb beider Anlagen durch die Batterie gewährleistet werden.

In Filmtheatern mit weniger als 200 Sitzplätzen ist die selbsttätige Umschaltung auf eine Batterie nicht gefordert, sofern sie zu ebener Erde liegen und genügend günstig gelegene Ausgänge haben. Die Anlage darf dann ausschließlich vom Lichtnetz betrieben werden. Die Zuleitung muß jedoch vor der Hauptsicherung der gesamten Beleuchtungsanlage abgezweigt und besonders abgesichert werden.

Es gibt noch eine ganze Reihe weiterer Bestimmungen, die sich auf die Errichtung der vorstehend geschilderten Anlagen beziehen und

die in der eingangs genannten Lichtspieltheater-Verordnung genauer erläutert sind. Bei Errichtung von Neuanlagen empfiehlt sich daher eine genaue Durchsicht dieser Anordnungen. Vor Beginn der Ausführung von Neuanlagen muß ein genauer Plan der zuständigen Polizeibehörde zur Genehmigung vorgelegt werden. Erst nach erteilter Genehmigung kann daher mit Sicherheit gesagt werden, daß die beabsichtigte Neuanlage keiner späteren grundsätzlichen Beanstandung mehr unterworfen ist.

Bestimmungen gibt's hier gar viel,
Die wichtig sind zu nennen,
Wenn man sie recht erfüllen will,
Muß man sie gründlich kennen!

Die Notlichtbatterie

Ein sehr wesentlicher Bestandteil der Notlichtanlage ist die Akkumulatorenbatterie, die entweder während der Betriebszeit des Theaters ständig die angeschlossenen Stromkreise speist oder aber — falls normal eine Speisung über einen Kleinspannungstransformator aus dem Wechsel-

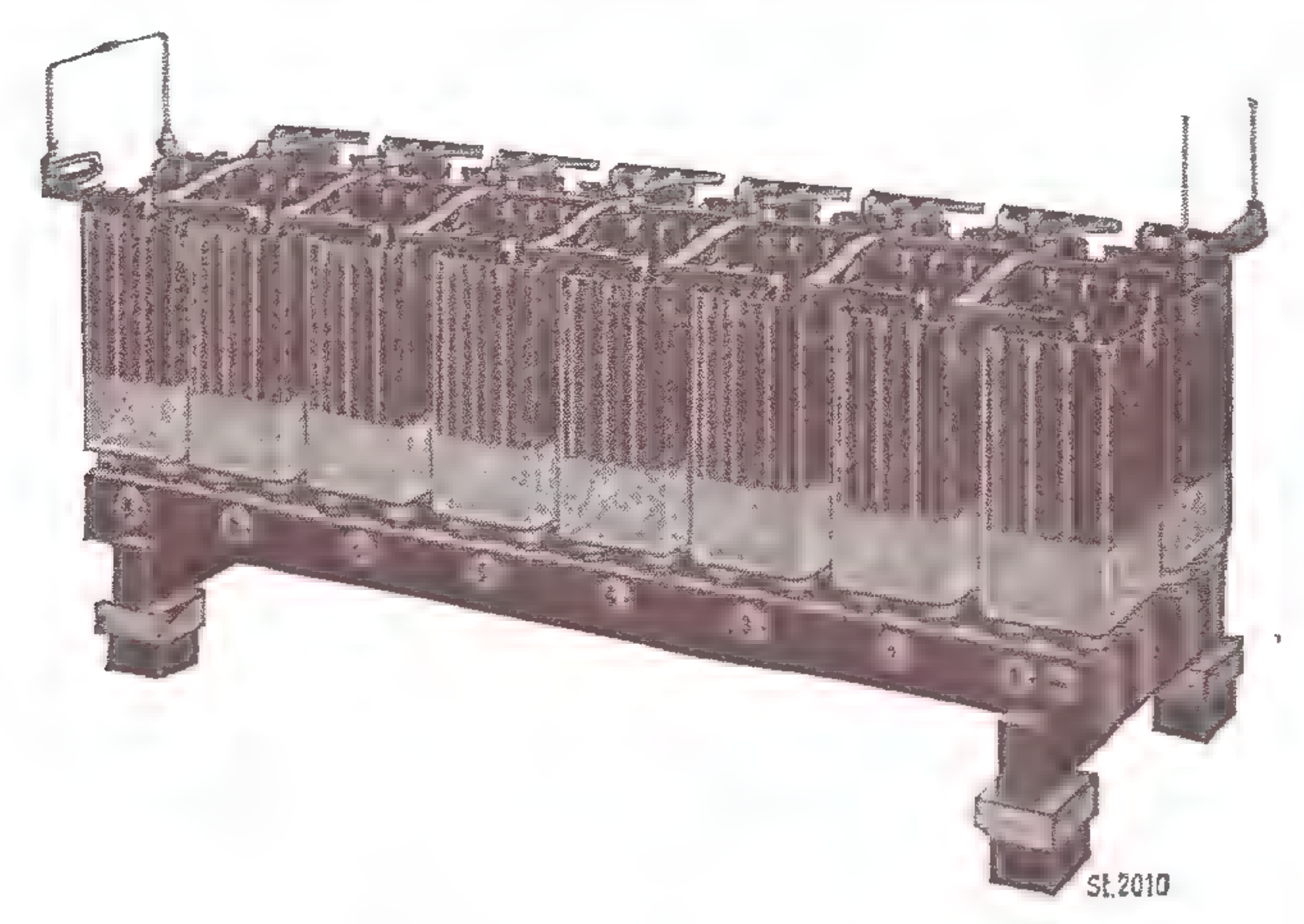


Foto: Afa, Berlin

Bild 52. Notlicht-Verbundbatterie in Rubellitgefäß für Eigenmontage

stromnetz vorgesehen ist — im Augenblick des Ausbleibens der Netzspannung automatisch die Stromlieferung für die Anlage übernehmen muß.

Während also im ersten Fall die Batterie regelmäßig im Betrieb ist und innerhalb kürzerer Zeitspannen immer wieder aufgeladen und entladen wird, steht im zweiten Falle die Batterie oft Monate oder auch Jahre nur für den Fall des Ausbleibens der Netzspannung in Reserve, soll aber dann im vollen Umfang den Betrieb übernehmen können. Das ist eine Forderung, die ein Akkumulator nicht ohne weiteres erfüllen kann, weil im Laufe der Zeit bei jedem Akkumulator eine Selbstentladung eintritt. Er muß also von Zeit zu Zeit auf seinen

Ladungszustand untersucht und mindestens in regelmässigen Zeitabständen nachgeladen werden. Andererseits soll eine Batterie, die ständig in wechselseitigem Ladungs- und Entladungsbetrieb arbeitet, einen ganz anders gearteten Aufbau der einzelnen Platten aufweisen, als eine solche, die nur selten zu einer Energielieferung herangezogen wird.

Wir wollen uns den Vorgang einer Ladung und Entladung in einem Bleiakkumulator einmal näher ansehen. Bekanntlich besteht eine Batterie aus einer Reihe einzelner Glas- oder Hartgummigefäße, auch Zellen genannt, in welchen je ein Satz positiver und negativer Bleiplatten untergebracht ist. Die einzelnen Zellen sind mit verdünnter Schwefelsäure (H_2SO_4), die chemisch rein, also frei von irgendwelchen Fremdsubstanzen sein muß, bis über den oberen Rand der Platten gefüllt. Die Ladung, also Aufspeicherung des Stromes in einer solchen Batterie geschieht auf der Grundlage chemischer Umsetzungen, d. h. bei der Ladung wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt und umgekehrt bei Entladung wieder chemische in elektrische Energie zurückverwandelt. Im Laufe der Ladung tritt nun ein Zeitpunkt ein, von dem ab nicht mehr die gesamte hineingeleitete elektrische Energie zur Umwandlung der wirksamen Massen in den Bleiplatten verwendet wird. Ein Teil des durchfließenden Stromes zersetzt den Elektrolyten, d. h. das in der Schwefelsäure enthaltene Wasser (H_2O) in seine Bestandteile Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O). Es bilden sich an den mit dem Pluspol verbundenen Platten Sauerstoffblasen und an den mit dem Minuspol verbundenen Platten die doppelte Menge von Wasserstoffblasen, die nach der Säureaberfläche hochsteigen, aus der Zelle entweichen und wenn die Ladung besonders heftig ist, auch noch kleine Teile des Elektrolyten mit sich reißen. Akkumulatorenräume müssen — besonders während der Ladezeit — gut gelüftet sein und dürfen nicht mit offenem Licht oder brennenden Zigarren betreten werden, da die



Foto: Afa, Berlin
Bild 53. Notlichtbatterie in Glasgeäßen für Eigenmontage

bei der Ladung entwickelten Gase — wenn sie eine bestimmte Konzentration erreicht haben — leicht entzündlich und brennbar sind.

Während des Ladevorganges gibt die in den negativen Platten eingestrichene Füllmasse (Bleiglätte PbO) ihren Sauerstoff (O) an die positive Bleiplatte ab, es bleibt reines Blei (Pb) zurück und an der positiven Platte entsteht durch Oxydation des Bleies mit je zwei Sauerstoffteilchen auf ein Bleimolekül eine schwarzbraune Masse, das Blei-Peroxyd (PbO_2).

Da in dem aus der Zelle entweichenden Gasvolumen je zwei Moleküle Wasserstoff auf ein Molekül Sauerstoff enthalten sind, die zusammen die Grundstoffe des Wassers darstellen, so haben wir der Schwefelsäure einen Teil des in ihr enthaltenen Wassers in Gasform entzogen, sie ist dichter geworden und besitzt ein höheres spezifisches Gewicht, als vor der Ladung. Zugleich hat sich die Polarisationsspannung an den Klemmen der Zelle erhöht. Sie beträgt bei vollgeladener Zelle etwa 2,7 Volt unter Ladestrom. Die Ladung einer Zelle ist also dann als beendet anzusehen, wenn die Säure die von der Lieferfirma der Batterie vorgeschriebene Dichte bzw. das angegebene spezifische Gewicht erreicht hat, andernfalls muß so lange — bei starker Gasbildung mit etwa auf die Hälfte herabgeregeltem Ladestrom — weitergeladen werden, bis dieser Zustand erreicht wird. Auf keinen Fall aber darf die erforderliche Säurekonzentration durch Hinzufüllen von konzentrierter Schwefelsäure herbeigeführt werden, da ja hierbei eine Formierung der Platten durch den elektrischen Strom nicht eintreten und die notwendige elektrochemische Polarisation in der Zelle nicht herbeigeführt werden würde.

Die Batterie ist entladen, wenn die Spannung je Zelle auf 1,8 Volt zurückgegangen ist und die Säuredichte einen gleichfalls von der Lieferfirma genannten Geringstwert erreicht hat. Ein längeres Stehenlassen in entladenem Zustand schadet der Batterie ebenfalls, weil sich in diesem Falle — infolge fehlender Gasanreicherung an den Platten — ein anderer chemischer Vorgang abspielt, den man mit Sulfatierung bezeichnet. Das Blei der Platten geht hierbei mit dem Schwefel (S) und Sauerstoff (O) der Säure eine chemische Verbindung ein, die sich als gelbweißer Niederschlag von Bleisulfat ($PbSO_4$) an den Platten festsetzt und das — weil es in verdünnter Säure unlöslich ist — nicht mehr entfernt werden kann.

Die Pflege einer Notlichtbatterie wird sich demnach hauptsächlich auf folgende Gesichtspunkte erstrecken müssen:

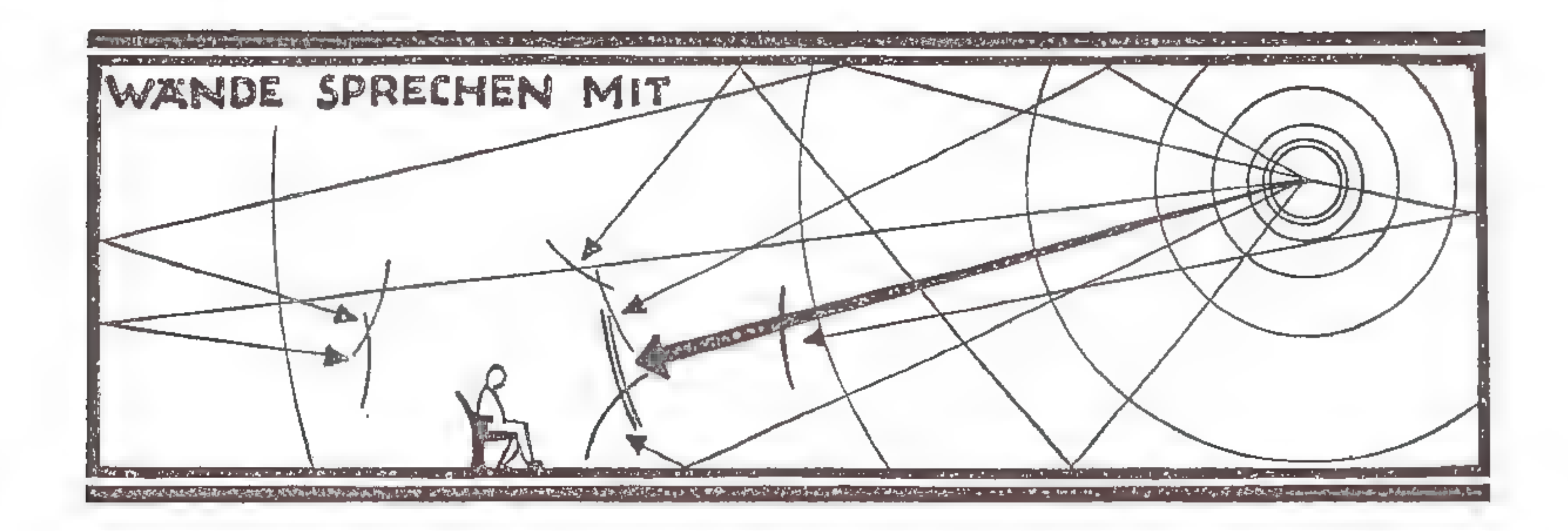
1. Regelmäßige Kontrolle der Säuredichte mit Hilfe einer Säuresenkwaage und Aufrechterhaltung eines genügend hohen Säurestandes in den einzelnen Zellen. (Nachfüllen von destilliertem Wasser.)
2. Kontrolle der Batteriespannung und, wenn Abweichungen festgestellt werden, jeder einzelnen Zelle. (Alle Zellen sollen gleiche Spannung haben.)
3. Regelmäßige Ladung und Entladung in gewissen Zeitabständen je nach dem Allgemeinzustand der Batterie unter gleichzeitiger

Beachtung des vorgeschriebenen Ladestromes und der Lade- und Entladezeit. (Ueberschreitung der Ladezeit bei verringertem Ladestrom zwecks Erreichung der notwendigen Säuredichte ist zulässig.) Bei allen Arbeiten an Akkumulatorenbatterien ist auf größte Sauberkeit der zur Nachfüllung benutzten Gefäße (nur Glas oder Steingut) zu achten und nur chemisch reines destilliertes Wasser zum Nachfüllen zu benutzen. Kleider, Bodenbelag und Einrichtungsgegenstände sind sorgsam vor Berührung mit der Säure zu schützen, da sie sonst starke Beschädigung erfahren. und unbrauchbar werden.

Neben den bisher betrachteten Bleiakkumulatoren werden vielfach auch Nickel-Eisen-Akkumulatoren, sogenannte alkalische Zellen benutzt, die statt der Säurefüllung eine Füllung von Kalilauge enthalten. Bei diesen Batterien beträgt die Entladespannung etwa 1 Volt je Zelle. Die Dichte der Kalilauge ändert sich aber im Gegensatz zu der Dichte der Säure im Bleiakkumulator nur in ganz geringen Grenzen, so daß hier die Laugendichte kein Merkmal für den Entladungszustand der Zelle ist. Alkalische Zellen können auch ohne Schaden zu nehmen, einige Zeit in entladenem Zustand stehenbleiben. Aber auch hier wird man für möglichst baldige Aufladung Sorge tragen, damit die Batterie wieder betriebsbereit ist.

Für die Ladung und Entladung von Notlichtbatterien sind eine Reihe von Schaltanlagen entwickelt worden, die neben der für eine Notbeleuchtungsanlage erforderlichen automatischen Umschaltung der Anlage von Netzspeisung auf Batteriespeisung zugleich auch Einrichtungen enthalten, die den Ladestrom aus dem Wechselstromnetz durch Gleichrichtung erzeugen und selbsttätig den Ladezustand der Notlichtlichtbatterien überwachen, indem sie bei entsprechend erreichtem Entladezustand der Batterien den Ladevorgang einschalten und bei erreichter Volladung der Batterien diesen wieder unterbrechen. (Bild 51.) In diesem Falle beschränkt sich die Wartung einer Batterie dann auf ein Mindestmaß, d. h. es braucht in gewissen Zeitabständen nur destilliertes Wasser in die Zellen nachgefüllt zu werden.

Pfleg' regelrecht die Notbatterie
Und lade sie von Zeit zu Zeit
Dann ist im Falle der Gefahr
Sie wirklich auch betriebsbereit.



Die Akustik im Filmtheater

Die Eignung eines Raumes für die Tonfilmwiedergabe ist durch die in ihm zu erreichende Hörsamkeit genauer gekennzeichnet, wobei die Hörsamkeit im wesentlichen von der Raumgestaltung, Raumgröße und der bei einer bestimmten Tonhöhe jeweils entstehenden Nachhallzeit abhängt. Da in einem bestehenden Raum die beiden ersten Faktoren festliegen, so bleibt hier nur die Nachhallzeit als Wert für die Beurteilung der Hörsamkeit des betreffenden Raumes übrig.

Eine zu große Nachhallzeit in einem Theaterraum kann die Verständlichkeit der Tonfilmwiedergabe so stark beeinträchtigen, daß der Anteil der noch zu verstehenden Worte oder Wortsilben einer Darbietung so stark abnimmt, daß jeder Zusammenhang verlorengeht. Fehlt dagegen aber jeglicher Nachhall im Raum, so wirkt die Wiedergabe dumpf und zerhackt, d. h. die einzelnen Töne klingen so schnell ab, daß dem Ohr des Zuhörers nicht mehr der Eindruck eines von ihm gewohnten natürlichen Klanges geboten wird.

Die Nachhallzeit kann man mit einem Schallerzeuger, etwa einer Holzflöte, die auf bestimmte Frequenzen abgestimmt werden kann, und einer Stoppuhr feststellen, in dem man die Zeit bestimmt, während welcher man in dem vollständig ruhigen Raum den Ton dieser Flöte vom Augenblick ihres Verstummens an gerechnet noch wahrnimmt. Da sich das Meßergebnis durch Hörfehler oder sonstige ungünstige Umstände, z. B. durch Geräusche, verfälschen kann, empfiehlt es sich, derartige Messungen mehrfach zu wiederholen und aus den einzelnen Messungen den Mittelwert zu errechnen. Auch müssen die Messungen möglichst an verschiedenen Stellen des Raumes durchgeführt werden.

Um sich auch über die Frequenzabhängigkeit des Raumes ein Bild machen zu können, wird man derartige Messungen für verschiedene Frequenzen wiederholen. Für ganz einwandfreie Messungen gibt es heute objektive Meßmethoden, die die Fehlermöglichkeiten bei persön-

licher Messung dadurch ausschalten, daß mittels einzelner im Raum aufgestellter Mikrofone abgehört und das Ergebnis von einem schreibenden Meßgerät aufgezeichnet wird.

Mit Hilfe der auf diese Weise ermittelten Nachhallzeiten lassen sich die Hörsamkeitsverhältnisse bzw. die Dämpfung eines Raumes berechnen. Die Raumdämpfung erhält man aus nachstehender Formel:

$$D = \frac{0{,}164 \times V}{t}$$

worin V = Rauminhalt in cbm und t = Nachhallzeit in sec. ist.

Für bestimmte Raumgrößen sind die günstigsten Nachhallzeiten aus Erfahrung und Messung bekannt. Sie liegen etwa

für Räume von 100 cbm bei 0,6—1,0 sec.
für Räume von 500 cbm bei 0,8—1,3 sec.
für Räume von 1000 cbm bei 1,0—1,35 sec.
für Räume von 2000 cbm bei 1,1—1,5 sec.
für Räume von 5000 cbm bei 1,2—1,7 sec.

Setzt man diese günstigsten Nachhallzeiten in obige Formel ein, so erhält man die Anzahl der für eine bestimmte Raumgröße erforderlichen Dämpfungseinheiten und kann durch Vergleich der mit der gemessenen Nachhallzeit ermittelten Anzahl der tatsächlich vorhandenen Einheiten feststellen, wieviel zusätzliche Einheiten eingebracht oder evtl. auch in überdämpften Räumen entfernt werden müssen, um die für die betreffende Raumgröße gewünschte günstige Nachhallzeit zu erhalten.

Für eine ganze Reihe einzelner Baustoffe sind die Dämpfungswerte je Flächeneinheit ermittelt worden. Auch ist der Dämpfungswert bekannt, den ein auf dem Gestühl sitzender Zuschauer in dem Theater verursacht. Er beträgt etwa 0,44 Einheiten. Man ist damit in der Lage, sich ein genaues Bild von dem akustischen Zustand eines leeren, halbvollen oder vollbesetzten Theaters zu machen und die Hörsamkeitsverhältnisse an Hand der aus den Baustofftabellen entnommenen Dämpfungswerte durch Einbringen einer entsprechenden Menge ausgesuchter Baustoffe zu berichtigen. Diese Arbeiten werden jedoch zweckmäßig, wegen der zu ihrer Ausführung notwendigen Erfahrung, einem Architekten oder einer Theaterausstattungsfirma übertragen, die unter Zugrundelegung eines akustischen Gutachtens dann eine für die Praxis brauchbare Lösung der Hörsamkeitsverhältnisse durchführen kann.

Für den Ton ist es sehr wichtig,
Daß die Hörsamkeit stets richtig,
Der Nachhall nicht zu groß und klein! —
Dann wird der Klang natürlich sein.

Beachtliches bei Bau und Einrichtung von Filmtheatern

Im Hinblick auf die einwandfreie Gestaltung neuzeitlicher Lichtspieltheater und die Sicherstellung einer fortschrittlich ausgerichteten Auswertung der technischen Leistungsfähigkeit der in ihnen zur Aufstellung kommenden Einrichtungen hat die Reichsfilmkammer im Juni 1941 eine Reihe von Bestimmungen erlassen, deren Beachtung für jeden Theaterbesitzer und Vorführer, aber auch für Architekten und Ausstattungsfirmen von wesentlicher Bedeutung ist.

Zunächst sind die in bezug auf den Helligkeitseindruck, den ein Filmbild im Auge des Zuschauers hervorruft, erlassenen Bestimmungen und die damit in innigem Zusammenhang stehenden Richtlinien für die Bewertung von Bildwänden außerordentlich interessant und wichtig.

Danach soll die Leuchtdichte in der Bildwandmitte bei senkrechter Betrachtung der Bildwand und bei laufender Blende ohne eingelegten Film 100 Apostilb betragen und um nicht mehr als 20 % unterschritten werden. (Beleuchtungsstärke in Lux mal Reflexionsfaktor der Bildwand ergibt die Leuchtdichte in Apostilb [asb].) Außerdem soll aber an keinem Platz des Zuschauerraumes ein geringerer Helligkeitseindruck als 50 Apostilb oder aber eine über 130 Apostilb hinausgehende Leuchtdichte vorhanden sein.

Diese Bestimmungen werden noch weiter durch folgende Forderungen ergänzt:

Das durch Rückstrahlung auf den Zuschauerraum entstehende Nebenlicht ist durch entsprechende Behandlung der für seine Entstehung in Frage kommenden Wandflächen (Anstrich, Bespannung usw.) so weit wie möglich zu vermindern. Durch peinliche Sauberhaltung der Kabinenfenster und des Objektives ist das vom Bildwerfer ausgehende Streulicht auf einen kleinsten Wert herabzusetzen.

Desgleichen müssen Licht-Rückstrahlungen von Gegenständen hinter der Bildwand (Lautsprecher, Schallwände, Bühnenrückwand) durch entsprechenden Farbanstrich dieser Gegenstände unterbunden werden.

Alle diese Bestimmungen wirken sich schon recht eingehend auf die Wahl der zu beschaffenden Bildwerfer-Einrichtungen, Bogenlampen und deren Stromquellen, auf die Bildwandart und auf Ausstattung und Farbgebung des Zuschauerraumes und der Bühne aus. Noch wesentlicher aber sind die bautechnischen Bestimmungen, in denen etwa folgende Hauptforderungen aufgestellt werden:

Die Bildwerfer-Anordnung muß so gestaltet sein, daß für die Bildprojektion kein über 10 Grad hinausgehender Neigungswinkel notwendig

wird. (Es ist aber anzustreben, daß in Zukunft nur Neigungswinkel von höchstens 6 Grad beim Bau von Lichtspieltheatern zu Grunde gelegt werden, da bei größeren Winkeln eine schon merkliche Bildverzerrung für die vorderen Sitzreihen sichtbar wird. Die Bestimmung ist also mit Rücksicht auf viele bestehende Filmtheater insofern noch sehr großzügig gefaßt! — Auch sollte versucht werden, möglichst senkrecht, also ohne größere seitliche Winkelstellung des Bildwerfers, auf die Bildwand zu projizieren. Anm. des Verfassers.)

Die Grundfläche des Bildwerferraumes muß in Zukunft 20 qm betragen, wobei eine Mindesttiefe von 3 m und eine Mindestlänge der Trennungswand zwischen Zuschauer und Bildwerferraum von 5 m verlangt wird, d. h. ein Bildwerferraum könnte die Abmessungen 5×4 m oder etwa 7×3 m oder ähnliche Abmessungen erhalten.

Der Fußboden des Bildwerferraumes muß eben sein. Treppen und eingebaute Podeste werden nicht mehr zugelassen. Dafür wird die bisher durch die Polizeiverordnungen geforderte Mindesthöhe von 2,8 m auf eine Höhe von 2,5 m ermäßigt. Außerdem wird ein Schaltraum mit unmittelbarer Verbindung zum Bildwerferraum gefordert. Für die Zuschauerräume sind gleichfalls wichtige Festlegungen getroffen worden.

Danach ergibt sich die äußere Begrenzung der Bestuhlung durch einen Winkel von 45 Grad rechts und links von der auf die Bildwandmitte gedachten Senkrechten und ein Abstand der vordersten Sitzreihe von der Bildwand, der nicht kleiner als die Bildwandbreite sein darf. Die Bildwand selbst soll die Breite von $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Länge des Zuschauerraumes erhalten, wobei als Länge des Zuschauerraumes der Abstand der letzten Sitzreihe des Theaters von der Bildwand verstanden wird.

Weiter muß die Unterkante des Projektionskegels an allen Stellen des Zuschauerraumes mindestens 1,8 m über der Gehfläche für die Zuschauer liegen und die Steigung des Fußbodens so gestaltet sein, daß der vom Auge eines sitzenden Zuschauers zur Bildwandunterkante gehende Sehstrahl mindestens 5 cm über den Augenpunkt der davor liegenden Sitzreihe verläuft. Als Augenpunkt ist ein Punkt festgelegt, der 1,25 m über dem Fußboden liegend zu denken ist. (Das genannte Maß von 5 cm Sehstrahlsteigung von Reihe zu Reihe ist ein gefordertes Mindestmaß. Es ist besser, bei Aufstellung der Stühle auf Luke hier 6 cm und bei anderer Aufstellung wenn irgend angängig 8 cm vorzusehen, da erst hierbei ganz einwandfreie Sichtverhältnisse erzielt werden. Anm. des Verfassers.)

Endlich soll der vom Augenpunkt zur Bildwandmitte gehende Sehstrahl keinen über 25 Grad hinausgehenden Winkel mit einer an die Fußbodenschnittlinie gelegten Tangente bzw. einer zu ihr durch den Augenpunkt gezogenen Parallele bilden.

Für die Vorräume des Filmtheaters wurden ähnliche Bestimmungen festgelegt, die grundsätzlich zu beachten sein werden, wenn es gilt, ein neuzeitliches Filmtheater zu errichten.

Es ist nicht einfach, diese sämtlichen Bestimmungen innerhalb eines Bauvorhabens unter Dach und Fach zu bringen und es erfordert umfangreiche Sachkenntnis, Ueberlegung sowie zeichnerische Darstellung der räumlichen Anordnungen eines Filmtheaters, bis eine übereinstimmende Lösung im Rahmen des zur Verfügung stehenden und zu umbauenden Raumes gefunden ist. Dazu kommen noch die durch den Einbau von Heizungs- und Entlüftungsanlagen entstehenden zusätzlichen Probleme, die auf keinen Fall erst dann berücksichtigt werden sollen, wenn der Bauplan schon so weit fertig gestellt ist, da auch sie einen bestimmten Platzbedarf und eine bestimmte Lage innerhalb des umbauten Raumes beanspruchen, der ganz besonders bei Luftheizungsanlagen von Anfang an vorgesehen werden muß. Die Auswirkung dieser Bestimmungen wird sich erst in einer Reihe von Jahren zeigen, wenn eine Anzahl von neuen Filmtheatern nach ihnen errichtet worden ist. Mit ihrer Durchführung wird eine Hebung des deutschen Filmtheaters zu einer erstrangigen Kulturstätte erreicht, in der es sowohl dem Publikum als auch dem im Theater Tag für Tag schaffenden Volksgenossen eine stets neu empfundene Freude sein wird, dem Erlebnis eines Tonfilmes beizuwohnen bzw. es für andere zu gestalten.

Nur ein Gesetz, das hemmend wirkt,
Befolgt man meist mit Widerwillen,
Doch wenn, wie hier, es Gutes in sich birgt,
Wird man es immer gern erfüllen,
Denn mit ihm sichert man ja nur
Dem deutschen Filmtheater würdige Kultur!

Am Schluß dieses Buches sage ich allen Firmen, die durch Ueberlassung geeigneter Bilder die Anschaulichkeit des in den einzelnen Abschnitten behandelten Stoffes wesentlich gefördert haben, meinen besten Dank.

Ganz besonders aber bin ich der Betriebsleitung der Klangfilm G.m.b.H. Berlin, den Herren Dr. Ernst Zechel und Diplom-Ingenieur Hans Warncke zu Dank verpflichtet, durch deren Entgegenkommen es mir ermöglicht wurde, meinen Teil zu der Ausbreitung des praktischen Wissens vom Ablauf der technischen Vorgänge im Filmtheater beizutragen und auch auf diesem Wege einmal wieder mit einem größeren Teil der mir persönlich bekannten Theaterbesitzer, Theaterleiter und Vorführer des deutschen Theaterparkes die guten Beziehungen zu pflegen, die mich während einer oft langjährigen engen Zusammenarbeit mit ihnen verbunden haben.

Wilhelm Waegelein.